

**JÄÄKIEKKOMAALIVAHDIN LAUKAUKSENLUKUTAITO JA SEN  
KEHITTÄMINEN VIDEOHARJOITTELUN AVULLA**

Ville-Veikko Pohjanvirta

Valmennus- ja testausoppi

Pro gradu -tutkielma

Liikuntabiologia

Jyväskylän yliopisto

Syksy 2018

Työnohjaaja: Juha Ahtiainen

## TIIVISTELMÄ

**Pohjanvirta, Ville-Veikko 2018.** Jääkiekkomaalivahdin laukauksenlukutaito ja sen kehittäminen videoharjoittelun avulla. Liikuntatieteellinen tiedekunta, Jyväskylän yliopisto, Liikuntabiologia, Valmennus- ja testausopin pro gradu -tutkielma, 55 s., 2 liitettä.

**Johdanto.** Jääkiekko on nopea pallopeti, joka vaatii fyysistä ja kognitiivista suorituskykyä. Yleisiä vaadittavia fyysisen suorituskyvyn tekijöitä ovat voima, nopeus ja kestävyys. Myös lajispesifiä fyysistä suorituskykyä vaaditaan, kuten luistelu- ja mailankäsittelytaitoa. Jääkiekon ollessa niin sanottu avoimen taidon laji, vaatii se urheilijoilta myös kognitiivisia ominaisuuksia, kuten nopeaa päätöksentekoa. Pelaajilta vaaditaan erilaisia ominaisuuksia riippuen pelipaikasta. Erityisesti maalivahdin lajisuoritus eroaa kenttäpelaajista, sekä fyysisiltä että kognitiivisilta vaatimuksiltaan. Merkittävä maalivahdilta vaadittava kognitiivinen ominaisuus on pelaajan toimien ennakointi, etenkin laukauksen suuntauksen lukeminen. Tämän tutkimuksen tarkoituksena on tutkia laukauksenlukutaitoa ja sen kehittämistä videoharjoitteiden avulla eri ikäisillä ja tasoilla maalivahdeilla.

**Menetelmät.** Tutkimukseen osallistui 18 kilpasarjan maalivahtia kolmelta eri nuorten tasolta ja kahdelta miesten tasolta (C-, B- ja A-nuoret, Suomi-Sarja, Liiga) (ikä  $20 \pm 4,2$  vuotta; pituus  $1,82 \pm 0,05$  m; paino  $82,8 \pm 78,1$  kg). Maalivahteja osallistui seitsemästä eri joukkueesta, 2–3 kustakin joukkueesta. Yksi joukkueen maalivahdeista toimi kontrollina ja yksi tai kaksi muuta suorittivat intervention. Ennen interventiota tutkittavat suorittivat tutustumiskäynnin ja kolme mittausta, joista viimeisen tulokset määritettiin lähtötasoksi. Mittaukset sisälsivät kolme eri reaktioaikatestiä, joissa motorinen toimi oli melko lajinomainen ja ärsykkeet vaihtelivat yksinkertaisesta valoärsykkeestä lajinomaiseen videokuvattuun ärsykkeeseen (laukaus). Interventio kesti neljä viikkoa ja sisälsi 20 videoharjoitetta, joista tuli suorittaa vähintään 85%. Intervention aikana seurattiin jää-, oheis- ja videoharjoittelua päiväkirjamuodossa. Intervention jälkeen suoritettiin kaksi täysin alkumittausten kaltaista mittausta, joista jälkimmäisen tuloksia verrattiin lähtötasoon. Tarkastelun kohteena oli intervention vaikuttavuus sekä tason ja iän yhteys reagointiin.

**Tulokset.** Reagoinnin nopeus riippui ärsykkeestä siten, että lajinomaiseen ärsykkeeseen reagointi oli nopeinta (ka:  $213 \pm 36$  ms) ja monivalintaiseen valoärsykkeeseen hitainta (ka:  $347 \pm 31$  ms). Videoharjoitteiden käyttö vaikutti positiivisesti onnistuneiden toistojen lukumäärään lajinomaisessa ärsykkeessä ( $p < 0.01$ ), mutta ei reagoinnin nopeuteen millekään ärsykkeelle. Kontrolliryhmä paransi monivalintaiseen valoärsykkeeseen reagoinnin nopeutta loppumittauksissa ( $p < 0.05$ ). Intervention aikaisen jää- ja oheisharjoittelun määrä tai videoharjoitteluun keskittymisen taso eivät korreloineet reagoinnin nopeuteen millekään ärsykkeelle. Jääharjoittelun määrällä oli negatiivinen korrelaatio lajinomaisen ärsykkeen testin onnistuneiden toistojen lukumäärän kanssa ( $p < 0.05$ ). Maalivahdin tasolla oli positiivinen yhteys edellä mainittujen onnistuneiden toistojen lukumäärän kanssa ( $p < 0.05$ ). Yksilötasolla maalivahdin ikä tai taso eivät määrittäneet reagoinnin nopeutta eri ärsykkeille, mutta joukkotasolla korkeampi taso oli yhteydessä nopeampaan valoärsykkeisiin reagointiin ( $p < 0.01$ ) ja ( $p < 0.05$ ). Reagoinnin nopeus yksinkertaiseen valoärsykkeeseen oli yhteydessä monivalintaiseen valoärsykkeeseen reagointiin ( $p < 0.001$ ). Valoärsykkeisiin reagoinnin nopeus ei kuitenkaan vaikuttanut reagoinnin nopeuteen lajinomaisen ärsykkeen testissä.

**Johtopäätökset.** Laukauksenlukutaito todistettiin laboratorio-olosuhteissa, sillä reagointi oli nopeinta lajinomaiseen ärsykkeeseen. Tätä ennakointia tukee mittausten videomateriaali, jossa tutkittavat aloittivat onnistuneet ”torjunta” -toistot ennen, kun kiekko irtosi pelaajan lavasta. Videoharjoittelun avulla tämä ennakointi kehittyi ja intervention jälkeen tutkittavat onnistuivat lukemaan laukauksia useammin oikein. Reagoinnin nopeus ei muuttunut yhdellekään ärsykkeelle. Lajinomaisen reagoinnin nopeuden muuttumattomuuteen saattaa vaikuttaa käden liikkeen optimaalinen ajoittaminen torjunnan kannalta. Tämän tutkimuksen perusteella videoharjoittelu vaikuttaisi olevan käytännöllinen ja edullinen keino kehittää laukauksenlukutaitoa. Esimerkiksi kesäharjoittelukaudella olisi mahdollista pitää yllä ja kehittää laukauksenlukutaitoa ilman jääharjoittelua. Kognitiivisten lajitaitojen harjoittelun vähäinen fyysinen kuormittavuus mahdollistaa muiden kuormittavampien oheisharjoitteiden toteuttamisen.

**Avainsanat:** Jääkiekkomaalivahti, reaktioaika, laukauksenlukutaito, videoharjoittelu.

## **KÄYTETYT LYHENTEET**

IIHF: International Ice-Hockey Federation

SJL: Suomen Jääkiekkoliitto

NHL: National Hockey League

EMG: Elektromyografia

2D: two dimensional – kaksiulotteinen

3D: three dimensional – kolmiulotteinen

SM-sarja: Suomenmestaruussarja – ikäluokan korkein sarjataso

KA / ka: keskiarvo

VR-lasit: virtuaalilasit

# SISÄLLYS

## TIIVISTELMÄ

1 JOHDANTO.....	1
2 JÄÄKIEKKOMAALIVAHDIN PELIPAIKKA .....	3
2.1 Lajitaidot ja henkiset ominaisuudet .....	4
2.2 Fyysiset ominaisuudet .....	5
2.3 Kognitiiviset ominaisuudet.....	6
2.4 Ominaisuuksien harjoittaminen .....	7
2.5 Pelin kehittyminen .....	8
3 REAGOINNIN JA PÄÄTÖKSENTEON TUTKIMINEN .....	10
3.1 Reaktioaika ja sen mittaaminen.....	10
3.2 Ennakointi avoimen taidon lajeissa .....	12
3.3 Reaktioaikaan vaikuttavia tekijöitä .....	14
3.4 Ennakointiin vaikuttavia tekijöitä.....	16
4 VISUAALINEN ÄRSYKE REAGOINNISSA .....	17
4.1 Visuaalisen ärsyksen esittäminen .....	17
4.2 Katseen kohdistaminen.....	19
5 REAGOINNIN HARJOITTAMINEN .....	21
5.1 Osa-alueiden harjoitettavuus .....	22
5.2 Videoharjoittelu .....	23
6 TUTKIMUSONGELMAT JA HYPOTEESIT .....	25
7 MENETELMÄT.....	28
7.1 Tutkittavat.....	28
7.2 Koeasetelma.....	30
7.2.1 Pilottimittaukset.....	30
7.2.3 Interventio.....	36

7.2.4 Loppumittaukset .....	37
7.3 Aineiston keräys .....	37
7.3.1 Laitteisto .....	37
7.3.2 Videot .....	39
7.4 Aineiston käsittely ja tilastolliset menetelmät .....	41
8 TULOKSET .....	42
8.1 Pilottimittaukset.....	42
8.2 Reaktioajat .....	42
8.3 Videoharjoittelu .....	44
8.4 Tutkittavan taso .....	47
9 POHDINTA.....	49
LÄHTEET .....	56
LIITE 1 Vireystila-arviointi	
LIITE 2 Harjoituspäiväkirjat	

# 1 JOHDANTO

Jääkiekko on joukkuelaji, joka sai alkunsa 1800-luvun puolivälissä Kanadan eteläosissa. Euroopassa pelattiin ensimmäiset viralliset jääkiekko-ottelut vasta 1900-luvun alussa. Nykyinen kansainvälinen jääkiekkoliitto (IIHF) perustettiin vuonna 1908 Ranskassa ja Suomen Jääkiekkoliitto Ry (SJL) perustettiin vuonna 1929. SJL on kansainvälisen jääkiekkoliiton virallinen edustaja Suomessa. (IIHF, Finnhokey.) Jääkiekon kehitys Suomessa kiihtyi 1900-luvun loppupuolella, kun SM-liiga perustettiin 1975 ja vain vuotta myöhemmin ensimmäinen suomalainen pääsi pelaamaan National Hockey Leagueen (NHL). 1980-luvulta lähtien Suomi on menestynyt arvokisoissa ja noussut vuosi vuodelta suuremmaksi jääkiekkomaaksi. (Finnhokey.)

Jääkiekko lajina on kehittynyt vuosien saatossa yhä nopeammaksi ja teknisemmäksi (Haukali & Tjelta 2016) osittain uusien kevyempien varusteiden johdosta ja osittain runsaamman sekä laadukkaamman harjoittelun vuoksi (Roczniok ym. 2016). Uudet materiaalit ja varustevalmistajien kilpailu sekä panostus edistävät varustekehittelyä, joka johtaa tilanne- ja suoritusnopeuksien kasvuun. Laadukkaampien varusteiden lisäksi jää- sekä oheisharjoittelun määrä sekä laatu ovat parantuneet. Monet, etenkin pääsarjatason pelaajat ovat ammattilaisia mikä mahdollistaa suuren harjoittelumäärän. Lajiharrastajien määrä on kasvussa Leijonat - verkkosivuston mukaan, joten nuorten urheilussa kilpailu pelipaikoista kasvaa (Leijonat 2015). Suurempi harrastajamäärä ja kiristynyt kilpailutilanne edesauttavat huippupelaajien kehittymisessä.

Jäällä sekä jään ulkopuolella tapahtuvassa harjoittelussa yksilöllisen harjoittelun merkitys kasvaa jatkuvasti. Yksilöllisellä harjoittelulla tavoitellaan optimaalista kehitystä kullekin pelaajalle perityistä ja jo olemassa olevista ominaisuuksista sekä pelipaikasta riippuen. Oheisharjoittelussa joukkuelajin ominaispiirteisiin kuuluvat koko joukkueen yhteiset harjoitukset aiheuttavat haasteen yksilölliselle harjoittelulle. Oheisharjoittelun tulisi perustua lajianalyysiin, jonka mukaan voimantuottosuunnat sekä -nopeudet määritettäisiin. Lisäksi lajianalyysin avulla lajin kuormittavuus sekä loukkaantumisalttius kehon eri osa-alueille tulisi selvittää. Myös eri pelipaikoilla pelaavien pelaajien yksilölliset tarpeet voivat olla hyvin erilaiset (Burr ym. 2008). Hyökkääjät ja puolustajat eivät juuri eroa varusteiltaan, mutta rooli lajisuorituksessa on erilainen. Maalivahti taas eroaa huomattavasti varusteiltaan sekä lajisuorituksiltaan kenttäpelaajista (Bell ym. 2008).

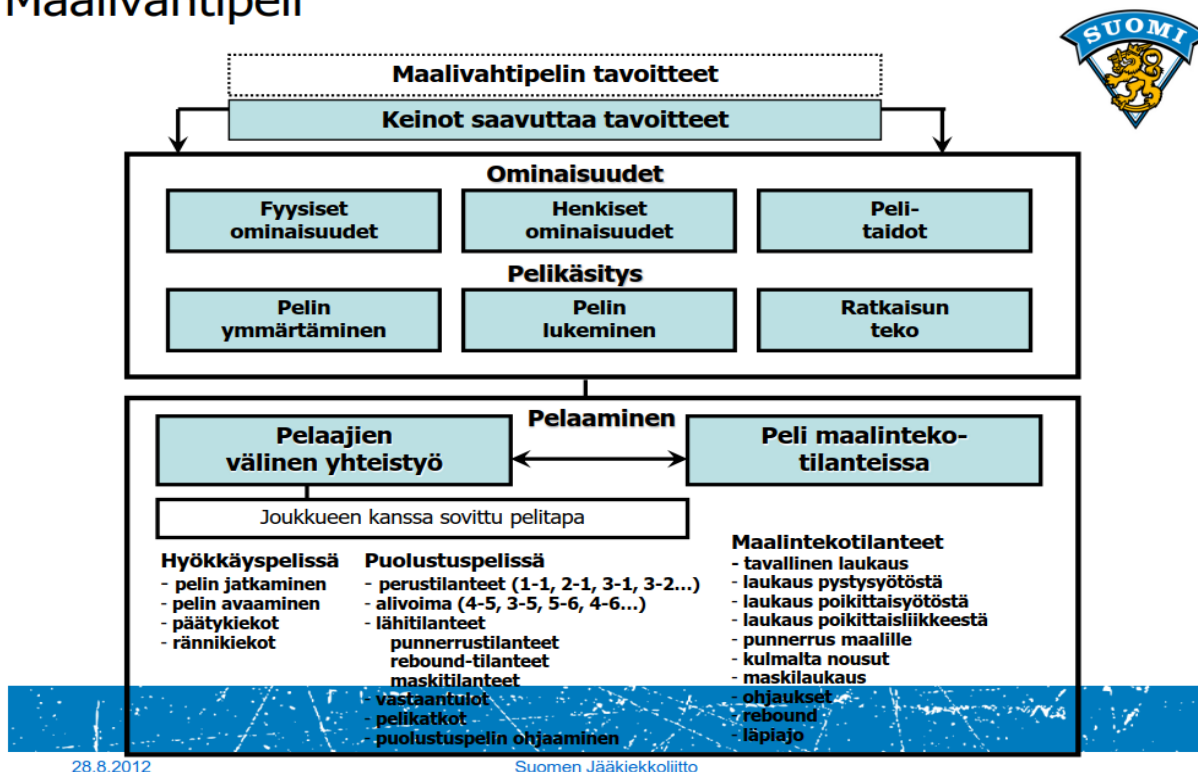
Suomessa on huomioitu maalivahdin erityistarpeet muita jääkiekon suurmaita (Kanada, USA, Venäjä, Ruotsi) aikaisemmin. Tämän seurauksena NHL:ssä pelaa melko suuri määrä suomalaisia huippumaalivahteja lajin harrastajamäärään nähden. Suositun *In Goal Magazinen* verkkosivuilla pohditaan tekijöitä menestyksekkään maalivahtivalmennuksen takana. Yksi syy lienee SJL:n rooli suomalaisen maalivahtipelin yhtenäisessä linjaamisessa. Myös maalivahtispesifin oheisharjoittelun merkitys nostetaan esille. Lisäksi suomalaisen maalivahtipelin peruseriaate: aktiiviset kädet, mainitaan verkkosivun jutussa. Suomalaisilla maalivahdeilla on tapana torjua ja kontrolloida kiekkoa erityisen aktiivisesti räpylällä ja kilvellä. (In Goal Magazine.)

Tämän työn pääasiallisena tarkoituksena on tutkia uutta harjoittelutapaa, jolla pyritään kehittämään maalivahdin laukauksenlukutaitoa. Lisäksi työssä tutkitaan laukauksenlukutaidon mittaamismahdollisuuksia sekä laukauksenlukutaidon merkitystä eritasoisilla maalivahdeilla. Tutkimus kohdistuu eri-ikäisiin kilpasarjan maalivahteihin, joten tavoitteena on kehittää uudenlainen harjoittelutapa tavoitteellisille maalivahdeille. Uuden harjoittelutavan myötä suomalainen maalivahtivalmennus voisi jälleen ottaa edistysaskeleen.

## 2 JÄÄKIEKKOMAALIVAHDIN PELIPAikka

Jääkiekkomaalivahdilta vaaditaan lukuisia eri ominaisuuksia. Suomen jääkiekkoliiton (2012) koulutusmateriaalien yksi dia kuvastaa vaadittavien ominaisuuksien moninaisuutta (kuvio 1). Fyysisellä puolella maalivahdilta vaaditaan monipuolista suorituskyykyä muun muassa voimantuotossa, kestävyudessa sekä liikkuvuudessa. Fyysisiin suorituksiin sisältyy myös lajispesifit liiketekniikat, kuten liikkuminen jäällä sekä torjunnat. Fyysisten ominaisuuksien lisäksi sekä mentaaliset että kognitiiviset tekijät ovat merkittäviä. Mentaaliset ja kognitiiviset tekijät ovatkin nousseet keskeisiksi huomion kohteiksi nykyvalmennuksessa, kuten kuvio 1 osoittaa. Kyseisessä kuviossa kognitiivisista ominaisuuksista käytetään termiä *pelikäsitys*. Myös viimeisen noin kymmenen vuoden tutkimuksen perusteella jääkiekkomaalivahtien kognitiiviset lajitaidot ovat olleet mielenkiinnon kohteena (Panchuk & Vickers 2006, 2009). Tulevissa alaotsikoissa syvennyttään SJL:n dian (kuvio 1) sisältöön.

### Maalivahtipeli



KUVIO 1. Suomen jääkiekkoliiton (2012) koulutusmateriaalin ”Maalivahtipeli” -dian sisältö.



## 2.1 Lajitaidot ja henkiset ominaisuudet

Maalivahdin pelipaikka on erityinen ja vaatii hyvin lajispesifistä taitoa. Maalivahdin varusteet luovat tietynlaiset rajoitteet ja mahdollisuudet torjuntatyöskentelylle. Varusteet auttavat vastustajan maalintekoyritysten torjumisessa ja lisäksi suojaavat kehoa. Maalivahdilta vaaditaan teknistä osaamista, jotta varusteiden käyttö ja torjuminen olisivat optimaalista. (Bell ym. 2008.) Maalivahdin torjuntatyöskentelyn perustana on perusasento, josta on esimerkkejä Panchukin ja Vickersin (2009) sekä Wijdicksin ym. (2014) tutkimuksissa. Perusasennossa maalivahdin jalat ovat useimmiten hartioita leveämmällä, ylävartalo nojautuu hieman eteenpäin ja kädet asettuvat vartalon etupuolelle kilpi ja räpylä kohti kiekkoa. Asennossa on luonnollisesti yksilökohtaisia eroja.

Suomen Jääkiekkoliiton (2012) materiaalien mukaan maalivahdin tekniset taidot koostuvat perusasennosta, luistelusta, liikkumisesta, torjumisesta ja mailankäsittelystä. Esimerkiksi luistelu- ja liikkumistekniikat sisältävät teränsäilyttämistä, jarruttamista, liikkumista eri suuntiin jäissä ja pystyssä sekä ylösnousemista takaisin perusasentoon. Näitä liikkumistaitoja tulisi harjoituttaa jo varhain nuorelle maalivahdille. Myöhemmällä iällä harjoitteluun tulisi sisältyä torjuntatekniikoiden ja eri pelitilanteiden harjoittelua. Tekniikoiden ja taitojen lisäksi materiaaleissa painotetaan henkisten ja fyysisten ominaisuuksien merkitystä. (Suomen Jääkiekkoliitto 2012.)

Henkisiin ominaisuuksiin kuuluvat keskittyminen, rauhoittuminen ja negatiivisten ajatusten poissulkeminen sekä uudelleen keskittyminen esimerkiksi päästetyn maalin jälkeen (Rogerson & Hrycaiko 2002). Vastaavan tutkijan noin kahdenkymmenen vuoden lajikokemuksen perusteella käytännön jääkiekkovalmennuksessa tätä uudelleen keskittymistä kutsutaan *nollaukseksi*. Esimerkiksi erilaisilla hengitystekniikoilla voidaan pyrkiä rentouttamaan kehoa ja keskittämään ajatukset oleellisiin tekijöihin. Ajatusten hallinta liittyy usein myös peleihin valmistautumiseen ja sen kautta saadaan mahdollisesti itseluottamusta ja positiivista mieltä. (Rogerson & Hrycaiko 2002.) Psykkisen valmennuksen merkitys on nostettu esille viime vuosina myös jääkiekon parissa.

## 2.2 Fyysiset ominaisuudet

Maalivahdilta vaaditaan monipuolisesti hyvää fyysistä suorituskykyä. Vaadittavia suorituskyvyn osa-alueita ovat muun muassa voima, nopeus ja kestävyys (Suomen Jääkiekkoliitto 2012). Pelaajien alavartalon voimantuotto ja voimantuottonopeus määrittävät monia pelisuorituksia, kuten kiihdytyksiä ja luistelua ylipäättään (Burr ym. 2008). Sama pätee maalivahteihin, sillä etenkin maalivahdeilla, luistelu koostuu pääosin lyhyistä mahdollisimman nopeista siirtymistä maalin edustalla. Alavartalon räjähtävä voimantuotto onkin yksi seuratuimmista ominaisuuksista oheisharjoittelussa. Jalkojen räjähtävää voimaa voidaan testata melko yksinkertaisilla loikka- ja hyppytesteillä (Burr ym. 2008). Alavartalon lihaksistoon vaaditaan suurta voimantuottoa osittain myös jääkiekkoilijoiden melko raskaan kehon koostumuksen vuoksi (Green ym. 2006). Suurehkon koko kehon lihasmassan lisäksi lajissa vaadittavat varusteet tuovat lisähaastetta, etenkin maalivahdeille, joilla varusteet ovat suuremmat ja raskaammat.

Kestävyysominaisuuksista sekä aerobisen että anaerobisen energiantuottosysteemien tehokkuudet ovat olennaisessa osassa jääkiekkoilijan pelisuorituksessa (Green ym. 2006). Pelaajilta ja maalivahdeilta vaadittavan kestävyuden luonne on kuitenkin hieman erilainen. Pelaajien pelisuoritus koostuu lukuisista 30–80 sekuntia kestävästä intensiivisistä vaihdoista (Green ym. 2008), kun taas maalivahti on tavallisesti maalillaan koko peliajan. Tästä erosta huolimatta, molempien pelisuoritus koostuu kuormittavammista ja palauttavammista jaksoista. Pelaajan maksimaalinen hapenotto vaikuttaa palautumisen nopeuteen. Kenttäpelaajilla palautuminen tapahtuu vaihtojen välisenä aikana sekä erätauoilla, jolloin myös maalivahdit pääsevät istumaan. (Durocher ym. 2008.)

Lajissa vaaditaan myös luistelun rytmittämistä, eli nopeita muutoksia luistelunopeudessa ja lisäksi suunnanmuutostaitoa (Janot ym. 2013), joista jälkimmäinen on oleellinen maalivahtipelissä. Dynaamisella tasapainolla on osansa jäällä, sillä luistimien terien tukipinta-ala on melko pieni. Tasapainoon on yhteydessä kehon asennon hallitseminen lajisuorituksen aikana. (Cech 2014.) Juoksunopeus ja alavartalon räjähtävä voimantuotto korreloivat maksimaalisen luistelunopeuden kanssa, mutta koska pelisuoritukseen kuuluu nopeita käännöksiä ja suunnanmuutoksia, myös ketteryys on olennainen ominaisuus (Haukali & Tjelta 2015). Ketteryyteen kuten myös tasapainoon vaikuttavat keskivartalon voima ja hallinta (Ozmen & Aydogmus 2016). Perinteisempien fyysisten ominaisuuksien lisäksi maalivahdeilta vaaditaan muun muassa hyvää silmä-käsi-koordinaatiota (Bell ym. 2008).

### 2.3 Kognitiiviset ominaisuudet

Jo 1980-luvun loppupuolella kognitiivisten prosessien uskottiin määrittävän niin sanottujen avoimen taidon (*open skill*) lajisuorituksia. Avoimen taidon lajeissa urheilija havainnoi ja toimii muuttuvan ympäristön mukaan (Martell & Vickers 2004). Esimerkiksi joukkuepelit, kuten jääkiekko, ovat avoimen taidon lajeja. Aikaisemmin huippu-urheilijoiden ja -pelaajien ajateltiin omaavan erityisen hyvät keskushermostolliset kyvyt, kuten katseen tarkkuus, syvyysnäkö sekä nopea reaktioaika. (Starkes 1987.) Kuitenkin nykytietämyksen mukaan kognitiivisten toimien uskotaan olevan merkittävämmässä roolissa lajisuorituksessa ja siksi tämän tutkimuksen mielenkiinto kohdistuu näihin toimiin. Yksi näistä toimista on nopea päätöksenteko, jonka uskotaan olevan avaintekijä monissa lajeissa. Päätöksenteon yhteyteen liitetään usein katseen kohdistaminen, eli fiksaatio. (Lee ym. 2013, Hohmann ym. 2016.)

Urheilu- tai pelitilanteessa päätöksenteon tulee olla äärimmäisen nopeaa, jotta se olisi pelille edullista. Aikarako päätökselle on hyvin kapea, joten sen ylittyessä tilanne menee ohi. (Hohmann ym. 2016.) Ennakointi on tekijä, joka mahdollistaa päätöksenteon rajatussa ajassa (Nuri ym. 2013). Ennakointi tarkoittaa vihjeiden poimimista pelin muuttujista, kuten vastustajan liikkeistä tai asennoista (Ryu ym. 2013). Näiden vihjeiden perusteella urheilija osaa odottaa tiettyä tulevaa tapahtumaa ja on tällöin jo valmistautunut siihen. Kuten jo Welfordin (1980) teoksessa todetaan, mitä vähemmän vaihtoehtoja, sitä nopeampaa reagointi on. Jos urheilija pystyy vihjeiden avulla rajaamaan tulevat tapahtumat kahteen tai jopa yhteen vaihtoehtoon, on päätöksenteko ja siten reagointi tähän tapahtumaan huomattavasti nopeampaa.

Nopealle lajinomaiselle päätöksenteolle ja siten ennakoinnille on kehitetty niitä selittäviä teorioita. Johnsonin ja Raabin (2003) teorian mukaan ensimmäinen mieleen tuleva vaihtoehto on yleensä laadukkain ja pelille edullisin. Tämän teorian mukaan ekspertit luovat vähemmän vaihtoehtoja tuleville tapahtumille ja valitsevat niistä ensimmäisen. Toisen teorian mukaan ekspertit peilaavat pelitapahtumia aiempiin kokemuksiinsa ja tämän avulla ennakoivat seuraavan tilanteen (Klein & Peio 1989). Hieman edellisen kaltainen teoria on Postalilla (2004), mutta tämä teoria käsittelee pitkäkestoisen muistin roolia. Tämän mukaan pitkäkestoisessa muistissa on tilannekohtainen malli, joka päivittyy uudella informaatiolla. Pelitilannekohtaisen päätöksenteon yhteydessä on pohdittu tiedostetun ja tiedostamattoman oppimisen merkitystä (Lola ym. 2012).

Kuten aiemmin mainittiin, katseen kohdistaminen nostetaan monesti esille päätöksentekoa käsiteltäessä. Tämä johtunee siitä, että lajinomainen päätöksenteko suoritetaan useimmiten visuaalisen informaation perusteella. Urheilijan täytyy siis tietää mihin katsoa ja milloin katsoa saadakseen tarvittavia vihjeitä (Hohmann ym. 2016). Monissa lajeissa onkin tutkittu eksperttien fiksaatiopisteitä ja fiksaatioiden kestoa. Nämä tutkimukset ovat paljastaneet eroja kenttäpelaajien ja maalivahtien välillä. Esimerkiksi Rocan ym. (2013) tutkimuksessa jalkapalloilijoista, korkeampi tasoisilla kenttäpelaajilla oli enemmän fiksaatiopisteitä ja ne olivat lyhyempikestoisia. Taas Savelsbergin ym. (2002) tutkimus jalkapallomaalivahdeista osoitti, että korkeampi tasoisilla maalivahdeilla oli vähemmän fiksaatiopisteitä ja ne olivat pidempi kestoisia.

Jääkiekkomaalivahtien fiksaatiopisteiden tutkimuksessa on saatu samansuuntaisia tuloksia. Maalivahdit keskittivät katseensa yli 70 prosenttisesti mailan lapaan (Panchuk & Vickers 2006, 2009). Milazzo ym. (2016) nostivat esiin ajatuksen perifeerisen näkökentän käytöstä. Eli vaikka ekspertit kiinnittävät katseensa tiettyyn kohtaan, se ei välttämättä tarkoita, ettei informaatiota saataisi muualtakin. Jääkiekkomaalivahteja käsiteltäessä vaikuttaisi kuitenkin siltä, että suurin osa vihjeistä saadaan nimenomaan tarkan näön alueelta, mailan lavasta. Perusteena tälle on Panchukin ja Vickersin (2009) tutkimus, jossa he rajoittivat visuaalisen informaation lähteitä peittämällä eri alueita laukaisevasta pelaajasta ja suurin vaikutus jääkiekkomaalivahdin torjumiseen oli sillä, kun pelaajan mailan lapa peitettiin.

## **2.4 Ominaisuuksien harjoittaminen**

Varsinainen jääkiekon pelikausi alkaa syksyllä ja kestää talven yli kevääseen (Haukali & Tjelta 2016). Kauden rytmitys vaikuttaa harjoittelun määrään ja painopisteisiin. Suomessa myös neljä vuodenaikaa vaikuttaa harjoitteluun (Forsman ym. 2016). Niin sanottu *off season* sijoittuu Suomessa kesälle, ja tämä aika on tärkeintä fyysisen suorituskyvyn kehittämiseksi. Kesäajalla harjoittelu painottuu kestävyuden ja voiman kehittämiseen (Rocznik ym. 2016). Ennen kilpailukauden alkua harjoittelua pyritään optimoimaan siten, että fyysinen suorituskyky olisi mahdollisimman korkealla pelien alkaessa. Kilpailukauden aikana pelaajien fyysinen suorituskyky usein laskee, vaikka harjoittelu jatkuu läpi vuoden. (Rocznik ym. 2016.) Kilpailukaudella harjoittelun rytmittäminen on haastavaa, sillä korkealla tasolla viikkoon sisältyy 2–3 peliä (Lyakh ym. 2016).

Joukkuelajien parissa harjoittelun suunnittelu on haastavaa, sillä kehitettäviä osa-alueita fyysisten ominaisuuksien lisäksi ovat lajitekniset sekä -taktiset asiat (Lyakh ym. 2016). Tämä pätee myös jääkiekkoon, jossa varsinaisten lajitaitojen sekä joukkueen pelitavan ynnä muiden taktisten asioiden harjoittelu painottuu kilpailukaudelle, jolloin joukkue harjoittelee yhdessä jäällä. Kilpailukaudella pelit määrittävät mikrokyklejä, joten fyysisten ominaisuuksien harjoittaminen ei ole optimaalista (Lyakh ym. 2016). Tämä lienee syy fyysisten ominaisuuksien heikkenemiseen kilpailukauden aikana. Maalivahtien harjoittelu mukailee joukkueen harjoittelua, tarkoittaen, että lajitaitoja harjoitellaan pääasiassa kilpailukauden aikana. Suomessa maalivahtien oheisharjoitteluun sisältyy usein simuloitua lajiharjoittelua myös kilpailukauden ulkopuolella. Yksi tällainen lajinomainen harjoitettava ominaisuus on silmä-käsi-koordinaatio (Bell ym. 2008).

## **2.5 Pelin kehittyminen**

Jääkiekon lajikehityksen suunnannäyttäjänä toimii maailman arvostetuin ja kovatasoisin sarja NHL. Jo 1980-luvun vaihteessa huippupelaajat ympäri maailmaa, lähinnä Kanadasta, Yhdysvalloista ja Euroopasta kerättiin kyseiseen sarjaan ja tämän myötä laji on kehittynyt huomattavasti. Tällä hetkellä muiden kuin pohjoisamerikkalaisten pelaajien osuus sarjassa on noin neljäsosa. (Sigmund ym. 2016.) Jääkiekkoilijoiden harjoittelu on kehittynyt vuosien saatossa ja 2000-luvulla etenkin kenttäpelaajien fyysiset ominaisuudet ovatkin olleet tutkimuksen mielenkiinnon kohteena. Esimerkiksi Burrin ym. (2008) työssä tarkasteltiin maailman parhaimpien pelaajien fyysisiä ominaisuuksia. Kyseisten fyysisten ominaisuuksien mittaukset suunniteltiin yhteistyössä NHL:n kykyjenetsijöiden sekä fysiikkavalmentajien kanssa.

Pelaajien järjestelmällinen testaaminen ja vaadittavien ominaisuuksien kartoittaminen kuvastavat lajikehityksen suuntaa. Pelaajilla tulee olla hyvät voimantuotto-ominaisuudet ylä- ja alavartalossa, sekä heidän on omattava hyvä aerobinen ja anaerobinen kapasiteetti (Sigmund ym. 2016). Pelaajat siis harjoittelevat jääharjoitteiden lisäksi fyysisiä ominaisuuksia, joista on hyötyä lajisuorituksessa. Edelleen lisääntyneen ja optimaalisemman harjoittelun seurauksena pelaajista on tullut nopeampia, vahvempia ja taitavampia (Burr ym. 2008). Tämä näkyy lajin suoritusnopeuksien kasvamisessa (Roczniok ym. 2016). Peli on nopeampaa ja suoraviivaisempaa, ja monet pelisuoritukset tehdään kovassa vauhdissa.

Pelaajien välillä on yksilökohtaisia eroja, etenkin pelipaikasta riippuen. Hyökkääjien ja puolustajien fyysisissä ominaisuuksissa on havaittavissa eroja, mutta etenkin maalivahdit eroavat kenttäpelaajista. Maalivahdit vaikuttaisivat olevan heikompia voimantuotto- sekä kestävyysominaisuuksiltaan, mutta parempia liikkuvuudessa. (Bell ym. 2008; Sigmund ym. 2016.) Vaikka peli on muuttunut nopeammaksi lajikehityksen myötä, ovat maalivahdit pysyneet mukana kehityksessä hieman heikommista fyysisistä ominaisuuksistaan huolimatta. Maalivahtipelin kehittymisestä kertoo NHL:n sääntömuutokset koskien maalivahdin varusteita. Viimevuosien aikana maalivahdin varusteiden kokosäädökset ovat tiukentuneet ja näiden säädösten myötä maalivahdit käyttävät pienempiä varusteita (Wijdicks ym. 2014). Varusteiden kokosäädöksillä pyritään helpottamaan maalintekoa.

Suurin osa nykymaalivahdeista pelaa perhostyyllillä, jota kutsutaan Suomessa myös V-asennoksi. Tässä asennossa maalivahdit pudottautuvat jäähän polviensa varaan jalkaterät sivuille päin (Wijdicks ym. 2014). Tämä torjuntatekniikka on edullinen peittonsa ansiosta, sillä patjat peittävät maalin alaosan lähes täysin ja keskivartalo maalin keskiosan (kuva 1). Kädet jäävät vapaaksi, joten kiekon aktiivinen torjuminen onnistuu räpylällä, kilvellä ja mailalla. Myös maalivahtipeliä on tutkittu 2000-luvulla Panchukin ja Vickersin (2006, 2009) toimesta. Näissä tutkimuksissa on syvennytty enemmänkin maalivahtipelin kognitiivisiin vaatimuksiin, kuten katseen kohdistamiseen ja reaktioaikaan. Nämä kognitiiviset taidot voivat olla osasyynä siihen, että maalivahdit pysyvät mukana kehityksessä, vaikka fyysinen suorituskyky ei ole yhtä korkealla tasolla kuin kenttäpelaajilla.



KUVA 1. Maalivahti torjuu kiekon mailallaan V-asennossa.

### 3 REAGOINNIN JA PÄÄTÖKSENTEON TUTKIMINEN

Avoimen taidon lajeissa urheilusuoritus perustuu pääosin havainnoimiseen ja reagoimiseen. Erilaisissa peleissä vastustajan, mahdollisten joukkueovereiden ja pelivälineen liikkeet määrittävät pelin kulkua. Urheilija siis havainnoi pelin kulkua ja toimii parhaaksi näkemällään tavalla edistääkseen peliä itselleen tai joukkueelleen. Urheilijan toimet ovat siis tietoisia valintoja lajin tuntemuksen, pelikokemusten sekä vastustajan mukaan. Hyvä pelaaja on siis nopea tekemään edullisia päätöksiä ja toimimaan havaintojensa perusteella. (Hancock & Ste-Marie 2013.)

Reagointi ja päätöksenteko koostuvat siis ärsykkeen havaitsemisesta, sen tunnistamisesta sekä siihen vastaamisesta. Laji- sekä tilannekohtaista päätöksentekoa on tutkittu laajasti (Cañal-Bruland 2009; Ghasemi ym. 2011; Alder ym 2014). Päätöksenteon tutkimisessa tarkkaillaan yleisesti päätöksenteon nopeutta sekä tarkkuutta, eli oikeiden päätösten tekemistä (Ghasemi ym. 2011). Reaktioaika on konkreettinen muuttuja, jonka avulla päätöksenteon nopeutta voidaan mitata. Päätöksenteon tutkimisessa huomioidaan usein myös ennakointi ja sen mahdollistavat tekijät. Tutkimuksien mielenkiinnon kohteena ovat eritasoisten urheilijoiden ja/tai ei-urheilijoiden erot päätöksenteon nopeudessa ja tarkkuudessa sekä päätöksentekoon vaikuttavien tekijöiden selvittäminen. Lajikohtaisen päätöksenteon nopeuteen on pyritty vaikuttamaan erilaisilla interventioilla. (Hohman ym. 2016.)

#### 3.1 Reaktioaika ja sen mittaaminen

Reaktioaika kuvastaa siis aikaväliä ärsykkeen eli stimuluksen havaitsemisesta vastatoimen alkuun. Useimmiten tutkimuksissa vastatoimi on yksinkertainen liike, kuten napin painaminen. Vastatoimi voi olla myös monimutkaisempi lajinomainen liike. Tällaisissa mittausasetelmissä myös liikeaika sisältyy reaktioaikaan. Reaktioaika jaetaan esimotoriseen, motoriseen ja liikeaikaan. (Pouchelle ym. 2003, Ayala ym. 2014.)

*Esimotorinen aika.* Esimotorinen aika kuvastaa ärsykkeen havaitsemiseen sekä vastatoimen luomiseen liittyviä sentraalisia prosesseja. Jos vastatoimi on motorinen, koostuu sen luominen liikkeen nopeuden, voimakkuuden, suunnan ja tarkkuuden säätelystä (Xu ym. 2015). Vastatoimen luomiseen liittyen reaktioaikatutkimuksissa muun muassa primäärisen motorisen

aivokuoren aktiivisuudessa on havaittu eroja urheilijoiden hyväksi (Endo ym. 2006). Myös visuaalisen ärsykkeen havaitsemisessa visuaalisten ratojen johtumisnopeuksissa on havaittu eroja eri lajien urheilijoiden sekä ei-urheilijoiden välillä (Zwierko ym. 2010). Eri lajien urheilijoiden sekä ei-urheilijoiden reaktioaikaerojen uskotaan johtuvan juurikin esimotorisista prosesseista. Perustuen siihen, että informaation keräyksessä, myös sakkadisen silmän liikkeen ja perifeerisen tietoisuuden, sekä prosessoinnin nopeuteen liittyvissä tekijöissä on löydetty merkittäviä eroja urheilijoiden hyväksi. (Zwierko ym. 2010.)

*Motorinen aika.* Kun ärsyke on havaittu ja motorinen toimi on luotu sentraalisissa prosesseissa, johtuu tämä toimi periferiaan lihaksille (esimotorinen aika). Tämä toimen johtuminen lihakseen voidaan havaita EMG:n avulla. Motorinen aika tarkoittaa aikaa mikä kuluu tästä lihakseen saapuvan aktiivisuuden alusta siihen hetkeen, kun lihas supistuu saaden aikaan huomattavaa liikettä ja voimaa. Tätä aikaväliä lihaksen ja hermon toiminnassa kutsutaan elektromekaaniseksi viiveeksi. Tämä viive johtuu luu-lihaksiston löysyydestä, elastisten komponenttien venymisestä ja inertian sekä painovoiman voittamisesta. (Blanpied & Oksendahl 2006.) Muillakin tekijöillä, kuten lihassolujen tyypillä on osansa viiveessä (Viitasalo & Komi 1980).

*Liikeaika.* Viimeinen osa reagointia on aloitetun liikkeen loppuun asti suorittaminen. Motorisen ajan kuluessa luu-lihassysteemi alkaa tuottaa liikettä ja voimaa tiettyyn suuntaan tietyllä nopeudella. Liikeaika kuvastaa tämän varsinaisen liikkeen nopeutta. Nopeus voidaan laskea aikana, joka kuluu liikkeen alkamisesta sen riittävään suorittamiseen tai liikkeen huippunopeutena ja sen saavuttamiseksi kuluneena aikana (La Delfa ym. 2013). Liikeaika määräytyy suureksi osaksi esimotoristen prosessien perusteella. Eli voimakkuutta ja nopeutta säädellään vastatoimen luomisessa. Mutta myös muilla tekijöillä on osansa liikenopeudessa. Tähän viittaa se, että harjoittelun avulla liike voi nopeutua. Jopa yksinkertaisen motorisen toimen, kuten nyrkillä iskun liikenopeus on nopeampi lyömistä harjoitelleella, kuin sitä harjoittamattomalla. Tämä ero esiintyy, vaikka lyönnin toteuttamiseksi ei tarvitse reagoida stimulukseen, joten reagoinnin nopeus ei määritä lyönnin nopeutta. (Martinez de Quel & Bennet 2014.)

Reaktioaika voidaan jakaa yksinkertaiseen tai monivalintaiseen. Yksinkertainen reaktioaika tarkoittaa sitä, että on vain yhdenlainen ärsyke, johon on vain yhdenlainen vastatoimi eli vastaus. Tällaista reaktioaikaa voidaan mitata esimerkiksi tutkimusasetelmalla, jossa valon syttyessä tai äänen kuuluessa tutkittavan tulee painaa painiketta mahdollisimman nopeasti. Monivalintainen reaktioaika taas sisältää monimutkaisemman stimuluksen, johon voi olla



monta vastausvaihtoehtoa stimuluksen mukaan. (Badau ym. 2016.) Monivalintaisen reaktioaikamittauksen tutkimusasetelma voi koostua esimerkiksi erivärisistä valoista, joihin jokaiseen on oma vastausvaihtoehtonsa (Balko ym. 2016). Urheiluun liittyvässä lajinomaisessa tutkimuksessa monivalintainen ärsyke on usein vielä monimutkaisempi ja vähemmän rajattu. Tällainen ärsyke voi olla esimerkiksi videokuvattu pelitilanne, johon urheilijan tulee valita peliä edistävä toimi (Belling ym. 2015). Lajinomaisessa reaktioaikatutkimuksessa myös vastatoimi voi olla monimutkaisempi ja lajinomaisempi (Lee ym. 2013).

Lajinomaista reaktioaikaa voidaan tutkia laboratorio-olosuhteissa sekä kenttätesteissä varsinaisen urheilulajin parissa. Esimerkkinä kenttätetestistä on Panchukin ja Vickersin (2009) tutkimus, jossa he tutkivat jääkiekkomaalivahdin reaktioaikaa torjuntatilanteessa jäähallissa. Tässä tutkimuksessa ärsyke sekä vastatoimi olivat täysin lajinomaisia. Tällaisen tutkimuksen yhteys lajiin on vahva, mutta tutkimuksen kannalta mahdollisesti oleellisten muuttujien vakiointi on haastavampaa kuin laboratorio-olosuhteissa. Kuten edellä mainitussa tutkimuksessakin, reaktioajan mittaus lajinomaisessa suorituksessa tapahtuu usein videokameran avulla. Yksinkertaisen reaktioajan mittaus tapahtuu yleensä mekaanisesti, esimerkiksi nappia painamalla, kuten edellä mainittiin.

### **3.2 Ennakointi avoimen taidon lajeissa**

Monissa lajeissa edullisen päätöksenteon sekä reagoinnin täytyy olla äärimmäisen nopeaa, jotta ne edistäisivät suoritusta parhaalla mahdollisella tavalla. Useimmissa lajeissa tilanteiden nopeus kasvaa mitä korkeammalla tasolla urheillaan. Huipputasolla tilannenopeudet voivat olla niin suuria, että ihmisen monivalintainen reaktioaika ei riitä tarpeeksi nopeaan päätöksentekoon. Tällaisissa tilanteissa päätöksenteon apuna on ennakointi, jonka avulla tulevaan tapahtumaan voi alkaa reagoida jo hieman ennen kuin se tapahtuu. Ennakointi onkin nopean reagoinnin lisäksi yksi tärkeimmistä avoimen taidon lajisuoritusta määrittävistä tekijöistä (Nuri ym. 2013). Avoimen taidon lajien eksperttien onkin todettu olevan parempia ennustamaan tulevia pelitapahtumia noviiseihin verrattuna (Ryu ym. 2013). Ekspertit ennakoivat vastustajan liikkeitä nopeammin sekä tarkemmin (Belling ym. 2015).

Ennakointi tapahtuu tarkkailemalla muuttuvaa ympäristöä. Ympäristöstä täytyy osata tarkkailla oleellisia tekijöitä, kuten vastustajien liikkeitä, pelivälineen sijaintia, kentän rajoja

ja lajin sääntöjä. Näiden tekijöiden oikeanlaisen seuraamisen ja ymmärtämisen avulla voidaan luoda vaihtoehtoja tuleville tapahtumille (Belling ym. 2015). Tuleva tapahtuma toteutuu monien muuttujien seurauksena, sillä jokainen tilanteeseen osallistuva tekee omat päätöksensä havaintojensa sekä ennakkointiensä perusteella. Näin pelitilanteet kehittyvät koko ajan uuteen suuntaan (Nuri ym. 2013). Tämän vuoksi täydellinen tilanteen ennakkointi on lähes mahdotonta, sillä tilanteeseen osallistuvat muuttavat tekemistään tilanteen edetessä.

*Pitkäkestoinen työmuisti.* Pitkäkestoiseen työmuistiin perustuvan teorian mukaan onnistunut ennakkointi perustuu aiempiin kokemuksiin samankaltaisista tilanteista. Tämän teorian mukaan tilanteessa osataan luoda vaihtoehdot oleellisille mahdollisille tapahtumille aikaisempien kokemusten mukaan, jonka jälkeen uusi informaatio paljastaa kyseisen tilanteen kulun (Ericsson & Kintsch 1995). Tässä teoriassa kokemus lajista auttaa luomaan mahdollisia tapahtumia ja uusi informaatio tapahtuvassa tilanteessa kertoo mikä mahdollisista tapahtumista tulee toteutumaan. Tilanteen yksityiskohdat paljastuvat siis uuden informaation avulla, mutta päätapahtuma on jo selvillä.

*Valitse ensimmäinen.* Johnson ja Raab (2003) kehittivät teorian, jonka mukaan eksperttien luomista mahdollisista tapahtumista ensimmäiseksi mieleen tullut on paras. Heidän tutkimuksensa mukaan useimmiten ensimmäisenä luotu vaihtoehto oli kaikkein edullisin peliä ajatellen. Tämän teorian mukaan pelitilanne saa nopeasti aikaan ajatuksen, miten tilanne jatkuu. Tilanteen edetessä informaatiota tulee lisää ja tämän myötä aletaan luoda lisää vaihtoehtoja, miten tilanne voisi jatkua. Teorian mukaan nämä seuraavat vaihtoehdot ovat huonompilaatuisia, ja koska vaihtoehtoja on sitten enemmän, lopulliseksi valinnaksi saattaa päätyä jokin näistä vähemmän laadukkaista. Kyseisten tutkijoiden mukaan ekspertit luovat vähemmän vaihtoehtoja kuin lähes ekspertit, joten lopullinen valinta vain näistä muutamasta vaihtoehdosta on todennäköisesti laadukkaampi. Tätä teoriaa tukee ajatus siitä, että onnistunut ennakkointi tehdään intuition perusteella (Belling ym. 2015).

Onnistunut ennakkointi vaatii siis ymmärrystä lajista sekä yksittäisten tilanteiden hahmottamista. Lajia määrittävät säännöt sekä yleiset lajitaidot ja pelitavat. Yksittäisiä tilanteita määrittävät osallistuvat pelaajat ja heidän valintansa. Usein myös sattumalla on osansa nopeissa avoimen taidon lajeissa. Vastaavan tutkijan mukaan käytännön valmennuksessa taitoa, jolla näitä muuttujia havainnoidaan ja ennakoidaan, kutsutaan *pelisilmäksi*.

### 3.3 Reaktioaikaan vaikuttavia tekijöitä

Kuten aiemmin jo mainittiin, suurin osa reaktioajasta kuluu sentraalisiin prosesseihin, eli ärsykkeen tunnistamiseen ja vastatoimen luomiseen. Aistinkanavan toimintaan ja liikkeen toteuttamiseen kuluu verrattain vain vähän aikaa. Tämän vuoksi reaktioaikamittauksen monimutkaisuus vaikuttaa merkittävästi reagoinnin nopeuteen. Mitä monimutkaisempi ärsyke on, sitä enemmän sen tunnistamiseen kuluu aikaa. Lisäksi jos eri ärsykkeisiin on eri vastausvaihtoehdot, hidastaa tämä reaktioaikaa entisestään, sillä vastatoimen valmistelu vaatii tällöin enemmän prosessointia. Vastausvaihtoehtojen lukumäärän lisääntyminen hidastaa reaktioaikaa, vaikka stimulus pysyisi lähes samana. Esimerkiksi korttipakan korttien lajittelu värin mukaan (2 vaihtoehtoa) on nopeampaa kuin lajittelu maan (4 vaihtoehtoa) mukaan. (Welford 1980.)

Vastatoimen ja ärsykkeen yhteydellä on merkitystä reagoinnin nopeuteen. Jos kunkin ärsykkeen vaatima vastatoimi on tuttu tukittavalle, on reagointi nopeampaa. Jos taas ärsykkeellä ja vastatoimella ei ole selkeää aiemmin opittua yhteyttä, on reagointi hitaampaa. (Welford 1980.) Aiemmin opitun yhteyden merkitystä vahvistavat tutkimukset, joissa ekspertit ovat nopeampia reagoimaan lajinomaiseen ärsykkeeseen (Savelsbergh ym. 2002). Williamsin ja Ericssonin (2005) mukaan pelkkä lahjakkuus ei useimmiten riitä erityisen nopeaan reagointiin ja lajissa huipputasolla suoriutumiseen, vaan vuosien harjoittelua vaaditaan myös. Vuosien harjoittelun avulla lajinomaista stimulusta opitaan tunnistamaan oikein ja nopeasti. Tämän lisäksi joissakin tutkimuksissa eksperttien on havaittu olevan nopeampia reagoimaan myös ei-lajinomaiseen monivalintaiseen ärsykkeeseen (Johne ym. 2013). Saavuttaakseen huipputason reagoinnin, urheilijan täytyy siis omata erityisen edulliset luontaiset kognitiiviset kyvyt sekä vuosien harjoittelun hyödyt.

Vastatoimen monimutkaisuuden sekä vaihtoehtoisuuden lisäksi tuotettavan voiman suuruus vaikuttaa sen valmistelun nopeuteen. Mitä enemmän voimaa liikkeeseen täytyy tuottaa, sitä kauemmin sen valmistelu kestää. Hyvä valmius esiintyvään ärsykkeeseen sekä fyysiseen vastatoimeen edesauttaa vastatoimen valmistelua. Sopiva lihastonus suorituksen kannalta oleellisissa lihaksissa nopeuttaa reagointia. Tämä esiintyy etenkin tilanteissa, joissa vastatoimi ja sen suorittava kehonosa ovat ennalta määritetyt. Lihaskäyttöä havaitaan yleisesti myös muissa kuin varsinaisen vastatoimen suorittavissa lihaksissa. Liiallinen lihasten aktiivisuus voi saada aikaan neuraalista häiriötä, jolla on taas negatiivisia vaikutuksia reagoinnin nopeuteen. (Welford 1980.)

Vireystilan vaikutus reaktioaikaan on moninainen. Signaali–havaintoteorian mukaan liian matalan vireystilan aikana stimuluksen havainnointi on vajavaista ja täten reagointi hidasta. Optimaalisen vireystilan aikana havainnoidaan riittävästi oleellisia tekijöitä ja vain vähän epäoleellisia. Tässä vireystilassa reagointi on kaikkein nopeinta. Liian korkean vireystilan aikana oleellisia havaintoja tehdään paljon, kuten myös epäoleellisia. Tämä liiallinen havainnointi sekoittaa ja hidastaa reagointia. (Welford 1980.) Useissa reaktioaikatutkimuksissa tutkittavilta vaaditaan riittävää vireystilaa, jotta testaus toteutetaan (Solianik 2013). Submaksimaalinen fyysinen aktiivisuus vaikuttaa positiivisesti reaktioaikaan, todennäköisesti juurikin vireystilaa kohottamalla (Davranche ym. 2006). Raskas ja maksimaalinen kuormitus taas aiheuttaa väsymystä, jolloin reaktioaika hidastuu perifeeristen sekä sentraalisten tekijöiden toimesta (Welford 1980).

Suoritusilanteen ilmapiiri voi vaikuttaa tutkittavan vireyteen. Haastava, nopeaan toimintaan painostava ja fyysistä tai kognitiivista ponnistelua vaativa tilanne kohottaa vireyttä. Rauhallinen, hiljainen tai monotoninen tilanne, jonka tarkoitus on epäselvä, laskee vireyttä ja aikaansaa hitaampaa reagointia. Useimmiten unen puute vaikuttaa vireyteen negatiivisesti, mutta joissakin tapauksissa lisääntynyt yritys vireyden ylläpitämiseksi kompensoi väsymyksen vaikutuksia. Erilaiset häiriötekijät voivat vaikuttaa reagoinnin nopeuteen viemällä osan huomiosta epäolennaisiin tekijöihin. Yleinen urheilussakin esiintyvä mahdollinen häiriötekijä on ääni. Odottamaton tai kova ääni usein sekoittaa tai katkaisee vakaan suorituksen. Toinen melko yleinen häiriötekijä on jokin epä mukavuus, joka häiritsee keskittymistä. Epämukavuus voi johtua esimerkiksi suoritusasennosta tai käytettävistä varusteista. (Welford 1980.)

Iällä on todettu olevan vaikutusta reaktioaikaan. Reaktioaika lyhenee lapsuudesta kohti aikuisuutta, saavuttaen huippunsa 20–30-ikävuoden aikana. Näiden ikävuosien jälkeen reaktioaika hidastuu kohti vanhuutta, mutta muun muassa fyysisellä aktiivisuudella on havaittu olevan kompensoivaa vaikutusta. Myös sukupuoli vaikuttaa reaktioaikaan miessukupuolen eduksi. Erot ovat merkittäviä useimmiten monivalintaisessa reaktioajassa, mutta eivät yksinkertaisessa. Nämä erot esiintyvät todennäköisesti motorisessa ajassa vielä toistaiseksi tuntemattomista biologisista tekijöistä johtuen. Harjoittelun positiiviset vaikutukset reagointiin esiintyvät sukupuolesta huolimatta. Ekspertit ovat useimmissa testeissä nopeampia kuin noviisit ja joissakin testeissä naispuoliset ekspertit ovat nopeampia kuin noviisi-miehet. (Welford 1980, Coskun ym. 2014.)

### 3.4 Ennakointiin vaikuttavia tekijöitä

Avoimen taidon lajisuorituksessa näköaisti on korvaamaton informaatiokanava. Näköaistin avulla seurataan pelin kulkua reaaliajassa. Vaikka näköaisti tarjoaa informaatiota nykyhetkestä, on ennakointi sen avulla mahdollista. (Mankowska ym. 2015.) Useimmissa urheilulajeissa päätöksen tekemiseen on hyvin vähän aikaa, joten myös ennakoinnin mahdollistavan informaation etsinnän täytyy olla tehokasta. Urheilijan täytyy siis tietää mihin katsoa saadakseen informaatiota nopeasti ja riittävän tarkasti. Eri lajeissa oleellisia kohtia voivat olla esimerkiksi vastustajan maila tai tukijalka (Alder ym. 2014, Murgia ym. 2014). Saman lajin eksperttien katseen kohdistamisessa onkin löydetty yhtäläisyyksiä (Alder ym. 2014, Panchuk & Vickers 2009). Nämä ekspertit siis tietävät missä ovat informaatorikkaat alueet, joista saadun informaation avulla tulevia tapahtumia voi ennakoida. Informaatorikkaiden alueiden tiedostaminen ei kuitenkaan takaa onnistunutta päätöksentekoa. Hancockin ja Ste-Marien (2014) mukaan korkeamman ja matalamman tason jääkiekkotuomareiden katseen kohdistamisessa ei havaittu merkittäviä eroja, silti korkeamman tason tuomarit tekivät onnistuneempia päätöksiä.

Kuten aiemmin todettu, monet pelitilanteet tapahtuvat todella nopeasti etenkin lajin huipulla. Korkean tason urheilussa pelitilannenopeuden lisäksi urheilijan suoritukseen lisäävät painetta ja stressiä henkilökohtaiset sekä ulkopuoliset menestymisodotukset. Psykologisen paineen lisäksi lajisuorituksissa on usein kova fyysinen kuorma suuren suoritustehon vuoksi. (Nuri ym. 2013.) Päätöksenteon ja sen ennakoinnin ollessa kognitiivisia prosesseja, etenkin psykologisilla tekijöillä, kuten epävarmuudella tai itseluottamuksella voi olla yllättävän suuri merkitys. Laborden ja Raabin (2013) mukaan ekspertit tekevät ennakoidut päätöksensä luottaen kognitiivisiin kykyihinsä sekä lajiympäristöön jota havainnoivat.

Lajinomaisella ärsykkeellä toteutetut reaktioaikamittaukset, joissa myös ennakointi on mahdollista osoittavat sen, että ekspertit ovat nopeampia ja tarkempia ennakoimaan (Ryu ym. 2013). Osasyynä paremmalle ennakointitaidolle on varmasti lajiharjoittelu, perustuen Ericssonin ja Kintschin (1995) teoriaan pitkäkestoisen muistin roolista, sekä Williamsin ja Ericssonin (2005) kantaan harjoittelun merkityksestä lahjakkuudesta riippumatta. Ennakointiin liittyy myös tietämys ja ymmärrys lajista, sekä tilanteiden arvioinnin hallitseminen (Hancock & Ste-Marie 2014). *Kokemus* on sana joka kuvastaa näitä tekijöitä ja on vastaavan tutkijan mukaan käytössä arkipäiväisessä valmennuksessa sekä keskustelussa jääkiekon parissa.

## **4 VISUAALINEN ÄRSYKE REAGOINNISSA**

Reaktioaikamittauksissa erilaisia ärsykevaihtoehtoja ja siten niiden havaintokanavia on lukuisia. Yleisimpiä käytettyjä ärsykejä ovat kosketus (tuntoaisti), ääni (kuuloaisti) ja tapahtuma (näköaisti). Ärsykkeen esiintymismuodolla on merkitystä reaktioaikaan. Esimerkiksi visuaaliseen eli näköärsykkeeseen reagoidaan keskimäärin hitaammin kuin auditoriseen eli ääniärsykkeeseen (Welford 1980). Myös ärsykkeen voimakkuus, kuten visuaalisessa ärsykkeessä muun muassa kontrasti ja intensiteetti ovat merkittäviä tekijöitä (Obrenovic ym. 1996). Kyseiset tekijät viittaavat ärsykkeen selkeyteen, sekä mahdollisten ärsykevaihtoehtojen erojen tunnistamiseen.

Urheilijoita testattaessa tarkastellaan usein reagointia auditoriseen sekä visuaaliseen stimuluseseen (Coskun ym. 2014). Visuaalisen stimuluksen avulla voidaan tutkia urheilijan yleistä reaktioaikaa yksinkertaiseen tai monivalintaiseen ärsykkeeseen. Lisäksi visuaalista stimulusesta voidaan käyttää lajisuorituksen simuloimiseksi. Lajisuoritusta simuloitaessa voidaan käyttää urheilijan perspektiivistä kuvattuja kuvia ja videoita (Savelsbergh ym. 2002) tai lintuperspektiivistä kuvattuja (Belling ym. 2015). Pelitilannekuvia ja videoita voidaan esittää monilla eri tavoilla tutkimuksesta riippuen. Eri esittämistapojen eroja on tutkittu, mutta saadut tutkimustulokset eivät ole yhtenäisiä.

### **4.1 Visuaalisen ärsykkeen esittäminen**

Edellisellä sivulla avattiin näköaistin merkitystä avoimen taidon lajeissa. Siispä stimulus mikä esitetään lajinomaisissa reaktioaikamittauksissa, on useimmiten visuaalinen. Nykytekniikan avulla videokuvattun pelitilanteen tai lajisuorituksen esittäminen on melko yksinkertaista ja käytännöllistä. Ärsykkeen esittäminen voidaan toteuttaa kaksi- tai kolmiulotteisena jopa reaalikokoisena. Leen ym. (2013) mukaan kaksi- ja kolmiulotteiseen stimuluseseen reagoimisessa ei ollut merkittävää eroa. Tämä viittaisi siihen, että ainakin tietynlaisissa tilanteissa kaksiulotteinen ärsyke on riittävä. Myös Murgian ym. (2014) tutkimuksessa kaksiulotteisen kuvan perusteella jalkapallomaalivahdit kykenivät ennakoimaan rangaistuspotkua. Kyseisessä tutkimuksessa käytettiin näyttöä stimuluksen esittämiseen, joten ärsykkeen ei tarvitse välttämättä olla edes reaalikokoinen. Edellä mainittujen kaltaiset mittausasetelmat ja niiden ärsykkeet täytyy järjestää keinotekoisesti laboratorioissa.

Kenttätesteissä ärsykkeenä voidaan käyttää aitoa lajisuoritusta, kuten Panchukin ja Vickersin (2009) tutkimuksessa. Tällaisissa mittausasetelmissä stimuluksen tarkka kontrollointi on haastavaa, ellei lähes mahdotonta. Etuna on kuitenkin lajinomaisuus niin suoritusympäristössä kuin ärsykeen esittämisessäkin. Lajinomaisesta ärsykkeestä huolimatta varsinaista kilpailutilannetta on vaikea järjestää ja mitata. Panchukin ja Vickersin (2009) tutkimuksessakin mittaus oli kenttätesti, jossa suorituspaikka oli täysin lajinomainen, mutta stimulus ei esiintynyt pelitilanteessa, vaan rauhallisemmassa organisoidussa tilanteessa. Kenttätesteillä päästään kuitenkin melko lähelle varsinaista kilpailusuoritusta, sillä mahdolliset lajiin kuuluvat varusteet sekä ympäristö, kuten alusta ovat samat kuin kilpailutilanteessa.

Useimmissa mittausasetelmissä vaadittu reagointi on puolustuspelaamista tai puolustautumista. Etenkin pallopelejä tutkittaessa ärsykkeenä toimii usein hyökkäävä pelaaja, jonka toimintaan reagoiden tutkittavan tulee valita oikea puolustusratkaisu (Lee ym. 2013, Belling ym. 2015). Ärsykkeenä toimivan hyökkääjän ratkaisut ovat monesti hieman yksinkertaistettuja verrattuna oikeaan pelitilanteeseen. Esimerkiksi Leen ym. (2013) tutkimuksessa koripalloilijoista, hyökkäävä pelaaja yritti juosta ohi puolustavasta tutkittavasta, valiten puolen aina samalla etäisyydellä. Tutkittavan tuli reagoida puolustustyyppisesti astuen samalle puolelle, johon hyökkääjä suuntasi. Puolustustyyppistä ratkaisua vaaditaan myös maalivahteja tutkittaessa (Savelsbergh ym. 2002). Kuten puolustuspelaaminen, myös maalivahtien toiminta perustuu hyökkäävän pelaajan ratkaisun odottamiseen. Puolustuspelaamisen tutkiminen on helpompaa, sillä siitä voidaan erottaa selkeämmin oikeat ja väärät ratkaisut. Hyökkäyspelaaminen on enemmän soveltamista ja haastamista.

Joissakin tutkimuksissa koskien mailapelejä, kuten sulkapalloa, hyökkäystoimintaakin mitataan. Sulkapallon kaltaisissa lajeissa puolustus ja hyökkäys eivät tosin ole niin selkeästi eroteltavissa. Alderin ym. (2014) tutkimuksessa hyökkäys suoritettiin fyysisesti lyömällä kuviteltua palloa, jonka lentorataa havainnoitiin videokuvaalta. Fyysisen suorituksen lisäksi tässä tutkimuksessa tutkittava kuvaili verbaalisesti, mihin suuntasi kyseisen lyönnin. Useimmissa tutkimuksissa, kuten edellä mainitussakin, lajinomaisia suorituksia tehdään yksi kerrallaan. Tämä eroaa melko lailla varsinaisesta kilpailutilanteesta, jossa peli yleensä jatkuu lyönnin jälkeen. Useimmiten syke jää melko matalaksi vähäisten toistojen vuoksi, joten fyysisen kuorman tuomat edut reaktioaikaan eivät myöskään tule esille. Tämän lisäksi suurin osa mittaustilanteista, jotka suoritetaan laboratoriossa tai kentällä, pyritään rauhoittamaan ja

tekemään mahdollisimman paineettomiksi. Nämä tekijät vakioivat mittaustilannetta, mutta lisäävät eroa verrattuna kilpailusuoritukseen.

## **4.2 Katseen kohdistaminen**

Reaktioaika- ja ennakoititutkimuksissa katseen avulla saatava informaatio on siis oleellisessa osassa. Tämän vuoksi katseen tutkiminen liitetäänkin usein osaksi reaktioaikatutkimusta (Panchuk & Vickers 2006, Lee ym. 2013). Nopeaa lajinomaista reagointia tutkittaessa on oleellista selvittää mitkä ovat informaatorikkaat alueet, joista ennakkoinnin mahdollistavaa tietoa saadaan. Informaatorikkaat alueet ovat hyvinkin lajikohtaisia, ja jopa pelipaikkakohtaisia saman lajin sisällä. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että hyökkääjät etsivät katseellaan informaatiota eri kohteista kuin puolustajat (Casanova ym. 2009). Tieto informaatorikkaista alueista perustuu lajin huippujen katseen tutkimiseen sekä katseen käyttäytymiseen onnistuneiden ja epäonnistuneiden suoritusten välillä. Tietyn lajin eksperttien katseen kohdistamisessa eli fiksaatioissa on löydetty yhtäläisyyksiä ja nämä eroavat merkittävästi verrattuna noviisien fiksaatioihin (Alder ym. 2014). Eksperttejä yhdistää tieto ja/tai taito katsoa oikeisiin informaatiolähteisiin.

Ekspertitkin tekevät virhearviointeja ja epäonnistuneita suorituksia, joten Panchuk ja Vickers (2006) tutkivat fiksaatiopisteiden ja onnistuneiden suoritusten yhteyttä. Kyseisessä tutkimuksessa fiksaatiopisteiden ja onnistuneiden suoritusten välillä löytyi yhteys. Katseen kohdistamista on tutkittu melko laajasti ja lukuisat tutkimukset käsittelevät samaa urheilulajia. Jalkapallon parissa on tutkittu hyökkääjiä, puolustajia ja maalivahteja. Kuten edellisessä kappaleessa mainittiin eri pelipaikoilla pelaavien fiksaatiopisteissä ja niiden kestoissa on havaittu eroja. Eroja on havaittu kuitenkin myös saman pelipaikan pelaajilla tutkimuksesta riippuen. Tutkimusten tulokset ovat siis osittain ristiriitaisia. Kuitenkin useimmissa tutkimustuloksissa eksperteillä on vähemmän hajontaa fiksaatiopisteiden määrässä sekä kestossa (Casanova ym. 2009, Lee ym. 2013, Alder ym. 2014). Maalivahteja tutkittaessa sekä jalkapallossa että jääkiekossa tulokset ovat olleet enemmän samansuuntaisia. Maalivahtien fiksaatiot ovat pidempikestoisia ja fiksaatiopisteitä on vähemmän (Savelsbergh ym. 2002, Panchuk & Vickers 2006).



*Quiet eye.* Katseen kohdistamisen yhteydessä usein esille nousee termi *quiet eye*. Tämä termi tarkoittaa viimeistä fiksaatiopistettä ennen liikkeen suorittamista. Panchuk ym. (2017) ovat havainneet trendejä *quiet eye*n toiminnassa liittyen onnistuneisiin ja epäonnistuneisiin suorituksiin. Monet Derek Panchukin ja Joan Vickersin tutkimuksista koskevat jääkiekkomaalivahteja. Jääkiekkomaalivahdeilla *quiet eye*n toiminta on samansuuntaista kuin katseen fiksaatiot ylipäänsä onnistuneissa suorituksissa. Panchukin ym. (2017) tutkimuksessa todettiin, että mitä aikaisemmin *quiet eye* kiinnittyy oikeaan kohteeseen ja mitä pidempi sen kesto on, sitä todennäköisemmin suoritus onnistuu. Kyseiset tutkijat havaitsivat kuitenkin joitakin eroja suorien laukauksien ja ohjattujen laukauksien välillä. Suorissa laukauksissa pelaajan mailan lapa ja kiekon varhainen lentorata määrittävät laukauksen päätepisteen. Ohjatuissa laukauksissa kiekko muuttaa suuntaansa matkalla.

*Laitteisto.* Katseen fiksaatiopisteitä, niiden lukumäärää ja kestoa voidaan tutkia silmänliikeseurain-lasien avulla. Lasien toimintaperiaate perustuu kahden tai kolmen kameran yhteiskuvaan. Ympäristöä kuvaava kamera tallentaa lähes vastaavaa kuvaa, jonka lasien käyttäjä näkee. Tämä kamera kuvaa siis tapahtumia tutkittavan perspektiivistä. Toinen kamera taas kuvaa tutkittavan silmän pupillin liikettä suhteessa sarveiskalvoon. Joissakin lasimalleissa myös toiselle silmälle on kamera kuvaamaan silmän liikettä. (Lee ym. 2013.) Tietokoneohjelma synkronisoi kameroiden kuvat ja näin katseen fiksaatiot saadaan selville (Huys & Beek 2002). Silmän räpäytykset saavat aikaan puuttuvaa dataa, mutta tämä on huomioitu tietokoneohjelmassa (Lee ym. 2013).

## 5 REAGOINNIN HARJOITTAMINEN

Urheilusuorituksessa reagointi voidaan siis pilkkoa eri osa-alueisiin. Ensimmäisenä osa-alueena on ärsykkeen havaitseminen. Visuaalista ärsykettä käytettäessä on nostettu esille silmän fysiologisia tekijöitä, kuten katseen tarkkuus ja syvyysnäkö (Starkes 1987). Edellisellä sivulla syvennyttiin katseen kohdistamiseen, joka voidaan määritellä kognitiiviseksi tekijäksi. Toinen vaihe reagoinnissa on sentraalinen prosessi, jossa aistinkanavaa pitkin tullut signaali tunnistetaan ja sopiva vastatoimi luodaan. Yksinkertaistettuna tämä vaihe on siis kaksiosainen. Tunnistamisen nopeuteen vaikuttavat muun muassa ärsykkeen selkeys ja merkitys. Vastatoimen luomisen nopeutta määrittävät osittain samankaltaiset tekijät, kuten liikkeen monimutkaisuus. Lisäksi suurempi liikkeeseen tuotettavan voiman määrä, hidastaa valmistelun nopeutta. (Welford 1980.) Kolmantena osana reagointia on vastatoimen suorittaminen. Vastatoimen nopeutta, määrittää motorinen aika ja liikeaika. Chansrisukon ym. (2015) mukaan liikkeen nopeuden kehittäminen on yksi harjoittelun painopisteistä erittäin nopeissa lajeissa, kuten sulkapallossa.

Lajiharjoittelussa harjoitellaan lajisuorituksia kokonaisuudessaan, mutta myös yksittäisiin osa-alueisiin syvennytään aika ajoin. Eri lajeissa vaadittavien fyysisten ominaisuuksien harjoittaminen on usein melko selkeää, mutta kognitiivisten ominaisuuksien harjoittaminen on haastavampaa. Ensinnäkin eri kognitiivisten ominaisuuksien roolit eri lajeissa ovat melko epäselviä. Tämän vuoksi tiettyjen kognitiivisten ominaisuuksien painottaminen harjoittelussa on haastavaa, jos lajissa oleelliset ominaisuudet eivät ole selvillä. Joissakin lajeissa vallitsee perinteiksi muodostuneita tapoja, joilla uskotaan olevan kehittävä vaikutus. Esimerkkinä jääkiekkomaalivahtien silmä-käsi-koordinaation uskotaan paranevan tennispallon heittelyllä ja sen kiinniottamisella. On tehty myös erinäisiä tutkimuksia, joissa kokeillaan erilaisia harjoitteita jonkin osa-alueen kehittämiseksi. Etenkin katseen käyttöön on pyritty vaikuttamaan harjoittelutekniikoilla ja -ohjelmilla. Muun muassa Schwab ja Memmert (2012) tutkivat katseen käyttöä harjoittavan ohjelman vaikutusta maahockey-pelaajilla.

## 5.1 Osa-alueiden harjoitettavuus

*Katseen kohdistaminen.* Viime vuosikymmenten tutkimuksen mukaan avoimen taidon lajisuoritusta määrittävät enemmän kognitiiviset kuin keskushermostolliset tekijät (Starkes 1987, Hancock & Ste-Marie 2013). Jälkimmäisinä mainittujen tutkijoiden mukaan eksperttien etuna eivät ole erityisen hyvät luontaiset kyvyt, vaan tarkoituksenmukaisen harjoittelun tuomat taidot. Tällaisella harjoittelulla tarkoitetaan lajikohtaista harjoittelua, jossa harjoittelijalla on hyvä ymmärrys ja käsitys lajista. Oikeanlaisella harjoittelulla voidaan kehittää kaikkein tärkeimpiä ominaisuuksia. Murgia ym. (2014) onnistuivatkin kehittämään jalkapallomaalivahtien ennakoitokykyä rangaistuspotkuun. Varsinaisen harjoittelun kohteena oli katseen käyttö. Tämän intervention aikana kyseiseen harjoitteluun osallistuneet maalivahtit oppivat käyttämään katsettaan paremmin löytääkseen vihjeitä tulevan potkun suuntauksesta. Tässä interventiossa yhtä osa-aluetta pystyttiin kehittämään keinotekoisella harjoitteella.

*Päätöksenteko ja ennakointi.* Monivalintaisen reaktioajan ajallisesti suurimmat erot syntyvät ärsykkeen oikeanlaisen tunnistamisen ja sopivan vastatoimen luomisen aikana. Eli tämä sentraalinen prosessi (esimotorinen aika) vie suurimman osan monivalintaisesta reaktioajasta. (Zwierko ym. 2010.) Tämä äärimmäisen nopea päätöksenteko on todennäköisesti kehitettävissä. Perustuen siihen, että ekspertit ovat nopeampia ennakoimaan ja täten nopeampia tekemään edullisia päätöksiä verrattuna saman lajin noviiseihin (Belling ym 2015). Tämä taas perustuu siihen olettamukseen, ettei eksperteillä ole luontaisesti parempia kykyjä lajinomaiseen päätöksentekoon, vaan nämä kyvyt ovat harjoittelun seurausta (Hancock & Ste-Marie 2014). Päätöksenteon nopeutta on pystytty parantamaan lyhyelläkin aikavälillä, kuten kuuden viikon 3D-videoharjoitteluinterventiolla (Hohmann ym. 2016). Lisäksi Li ym. (2005) saivat melko lupaavia tuloksia mielikuvaharjoittelun vaikutuksesta esimotoriseen aikaan. Kyseessä olivat tosin hyvin yksinkertaiset liikkeet – sormen ojennus ja koukistus. Yleisesti mielikuvaharjoittelun uskotaan olevan validi keino motorisen suorituksen parantamiseksi eri lajeissa (Louis ym. 2008).

*Liikkeen suorittaminen.* Motorisen vastatoimen toteuttamisessa nopeuden lisäksi oleellista on liikkeen tarkkuus ja voimakkuus. Esimerkiksi sulkapallossa, joka on äärimmäisen nopea peli, liikettä tulee kontrolloida siten, että se on räjähtävän nopeaa ilman suurta voimantuottoa. (Chansrisukot ym. 2015.) Sulkapalloon verrattuna esimerkiksi jääkiekkomaalivahtin liikkeet tulee olla myös äärimmäisen nopeita, mutta voimaa täytyy tuottaa enemmän. Suuremman

voimantuoton vaatimus johtuu raskaammasta pelivälineestä, jolla on myös suuri nopeus. Yksi mahdollinen tapa kehittää liikenopeutta on räjähtävä tehoharjoittelu (Chansrisukot ym. 2015). Myös liikekohtainen toistoharjoittelu voi parantaa kyseisen liikkeen tarkkuutta, voimaa ja nopeutta (Saito ym. 2014). Liikkeen nopeuteen ja tarkkuuteen liittyy vahvasti agonisti (vaikuttaja) ja antagonisti (vastavaikuttaja) lihasten yhteistoiminta. Näiden lihasten voimantuottokyvyt ja siten voimaharjoittelu vaikuttavat agonisti–antagonisti-symmetriaan. Näiden lihasten väsymyksellä on myös vaikutuksensa. (Slobodan 2000.)

## 5.2 Videoharjoittelu

Kuten jo aiemmin todettiin, viimeaikaisen tutkimuksen mukaan päätöksenteossa merkittävimmät tekijät ovat ärsyksen tunnistaminen ja vastatoimen luominen. Näiden kognitiivisten tekijöiden uskotaan siis määrittävän eniten avoimen taidon lajisuoritusta. Varsinaisessa lajiharjoittelussa näitä kognitiivisia taitoja voidaan kehittää. Lajiharjoitteluun liittyy kuitenkin fyysinen suoritus ja näin ollen laadukkaan lajiharjoittelun määrä on rajallinen. Edellisessä tekstiosiossa nostettiin esille toistoharjoittelun sekä tarkoituksenmukaisen keskittymistä ja ymmärrystä vaativan harjoittelun merkitys. Lajinomaisia laadukkaita ärsyketoistoja ja niihin reagoitua tulisi siis olla mahdollisimman paljon. Videoharjoittelu on keino, jolla lajinomaista ärsykettä voidaan simuloida. Tämän harjoittelutavan avulla viikoittaisia toistomääriä voitaisiin lisätä. Myös mielikuvaharjoittelu mainittiin edellisellä sivulla. Videokuva- ja mielikuvaharjoittelun yhdistämällä, harjoittelua voitaisiin kohdistaa kognitiivisten ominaisuuksien kehittämiseen. Tällä tavalla lajinomaisia toistomääriä voitaisiin lisätä ilman fyysistä lisärasitusta.

Videoharjoittelun vaikuttavuudesta on saatu hyviä tuloksia muun muassa Murgian ym. (2014) ja Hohmannin ym. (2016) tutkimuksissa. Jälkimmäisessä tutkimuksessa tutkittiin 2D ja 3D:nä simuloitujen pelitilannevideoiden avulla tehtyä päätöksentekoa ja sen kehittymistä. Tutkittavat harjoittelivat lajiharjoitteita 2–4 kertaa viikossa normaaliin tapaan ja lisäksi kuuden viikon ajan videoharjoittelua kuutena päivänä viikossa. Sekä kaksi- että kolmiulotteisen materiaalin avulla harjoitelleet ryhmät paransivat päätöksenteon nopeuttaan intervention aikana. Kyseisessä tutkimuksessa ei tosin mitattu päätöksenteon kehittymistä oikeassa pelitilanteessa, vaan päätöksenteko kehittyi mittausasetelmassa. Farrow ja Abernethyn (2002) tutkimuksessa juniori tennispelaajat hyötyivät implisiittisestä neljän

viikon videoharjoittelusta. Eksplisiittistä videoharjoittelua suorittaneella ryhmällä ei ollut havaittavissa kehitystä. Myös tässä tutkimuksessa kehitystä mitattiin vain tutkimusasetelmassa eikä varsinaisessa lajisuorituksessa.

Videoharjoittelun positiivisten vaikutusten on havaittu siirtyvän myös varsinaiseen lajisuoritukseen. Gabbetin ym. (2007) tutkimuksessa softballin ulkokentän pelaajista, neljän viikon videoharjoittelu kehitti pelaajien ennakointikykyä. Kyseisen intervention jälkeen ulkokentän pelaajat reagoivat lyönteihin nopeammin ja tarkemmin. Reagointia mitattiin laboratorio-olosuhteissa sekä lajinomaisessa kenttätestissä. Kehitys oli havaittavissa sekä laboratoriotesteissä että kenttätesteissä. Lajinomaisessa kenttätestissä pelaajien reagointia suhteessa lyöntiin tutkittiin suurnopeuskameran avulla.

Videokuvaa voinee käyttää hyödyksi myös alkuverryttelyssä. Holdingin ym. (2017) tutkimuksessa ennen suoritusta katsotuilla pelitilannevideoilla oli positiivinen vaikutus reagoinnin nopeuteen. Kyseinen tutkimus käsitteli rugbya. Etua oli implisiittisesti sekä eksplisiittisesti suoritettulla videoperusteisella verryttelyllä. Verryttely koostui kannettavan tietokoneen näytöltä katsotuista videoista, jotka olivat kuvattu puolustavan pelaajan perspektiivistä. Implisiittisessä verryttelyssä sama videopätkä pyöri läpi kolmella eri nopeudella ja tutkittavan tuli vain katsoa kyseistä videota ilman lisäohjeita. Eksplisiittisessä verryttelyssä videopätkän kolmannella nopeudella vastustajan kehosta nostettiin esille vihjeitä antavia asentoja nuolien ja viivojen avulla. Eksplisiittisessä verryttelyssä kiinnitettiin siis tietoisesti huomiota tiettyihin tekijöihin.

Myös toisenlaisella ennen suoritusta katsotulla videolla voi olla positiivisia vaikutuksia. Niin sanottu motivaatiovideo, jossa esimerkiksi lajin huippujen onnistuneita urheilusuorituksia käydään läpi, saattaa vaikuttaa suoritukseen. Tällainen video voi kohottaa urheilijan minäpystyvyyttä tai herättää positiivisia muistoja omista onnistuneista suorituksista. Videon katselu myös mahdollisesti ohjaa keskittymistä ulkoisiin tekijöihin ja voi etenkin musiikin kera nostaa vireyttä. (Barwood ym. 2009.) Tämänkaltaisen videon vaikutukset ovat kuitenkin hetkellisiä, sen vaikuttaessa mielentilaan. Varsinaisessa videoharjoittelussa käytetyillä pelitilannevideoilla voi olla pitempikestoinen kognitiivisia taitoja kehittävä vaikutus. Edellisessä kappaleessa mainitussa Gabbetin ym. (2007) tutkimuksessa neljän viikon intervention aikana saavutettu kehitys säilyi ainakin interventiota seuranneen neljän viikon harjoittelemattomuuden jälkeen.

## 6 TUTKIMUSONGELMAT JA HYPOTEESIT

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on syventyä ja selvittää jääkiekkomaalivahdin laukauksenlukutaidon mittaus- ja kehittämismahdollisuuksia. Laukauksenlukutaitoa pyritään mittaamaan laboratorio-olosuhteissa verraten sitä monivalintaiseen ledivaloärsykeeseen reaktioaikaan. Alku- sekä loppumittauksissa tutkittavilta mitataan reagoinnin nopeutta lediärsykeeseen, jossa on neljä eri vaihtoehtoa suuntautuen vasemmalle ylös tai alas sekä oikealle ylös tai alas. Reagointi tapahtuu painamalla painiketta tutkimusta varten suunnitellussa reaktioaikataulussa. Painikkeet sijaitsevat 60 % etäisyydellä jääkiekkomaalin koosta, simuloiden maalin edustalla tehtäviä torjuntia maalivahdin ollessa vastassa noin maalivahdin alueen kaarella. Ennakointia tutkitaan samalla asetelmalla, mutta ledivalojen sijasta ärsyke esitetään maalivahdin perspektiivistä kuvatuilla lajinomaisilla laukauksilla. Reagoinnin ollessa nopeampaa näihin videokuvattuihin laukauksiin, todentaa tämä ennakkoinnin olemassaolon.

Laukauksenlukutaitoa (ennakointia) pyritään kehittämään omatoimisesti suoritettujen videoharjoittelun avulla. Tutkittavia rekrytoidaan 2–3 samasta joukkueesta, jolloin yksi maalivahti toimii kontrollina ja yksi tai kaksi suorittaa videoharjoitteluinterventiota neljän viikon ajan. Tässä interventiossa tutkittava suorittaa mielikuvaharjoittelua mittausasetelman kaltaisiin videokuvattuihin laukauksiin viitenä päivänä viikossa. Yksi harjoitus koostuu 60 laukauksesta, joten käynnissä olevien joukkueharjoitteiden lisäksi maalivahdit kohtaavat 300 lisälaukausta viikossa. Intervention aikana mielikuvatorjuntia suoritetaan 1200, jos yksikään harjoite ei jää välistä.

Tutkimuksen tutkittavien ikä- ja tasoerojen perusteella laukauksenlukutaidon merkitystä ja mittausasetelman validiteettia voidaan tarkastella. Tutkittavien taso vaihtelee Suomen korkeimman aikuisten sarjataso maalivahdeista C-nuorten korkeimman sarjataso maalivahteihin. Laukauksenlukutaidon ollessa merkittävä tekijä, vanhempien ja korkeammalla tasolla pelaavien maalivahtien tulisi olla merkittävästi nopeampia laukauksenlukutaidon mittausasetelmassa. Tämä myös kuvastaisi mittausasetelman ja lajisuoritusten yhteyttä. Optimaalisessa tilanteessa tutkimuksen lopputulemana syntyisi uusi tapa harjoittaa jääkiekkomaalivahdin laukauksenlukutaitoa. Mahdollisten positiivisten tulosten seurauksena videoharjoittelun merkitys muidenkin pelitilanteiden, kuten syöttötilanteiden ennakoimiseen tulisi nostaa esille.

## **Ongelmat ja hypoteesit:**

**ONGELMA 1:** Onko reagointi nopeampaa lajinomaiseen videoärsykkeeseen kuin monivalintaiseen tai yksinkertaiseen ledivaloärsykkeeseen?

**HYPOTEESI 1:** Reagointi videoärsykkeeseen on merkitsevästi nopeampaa kuin reagointi monivalintaiseen ledivaloärsykkeeseen. Videoärsykkeeseen reagointi on myös nopeampaa kuin reagointi yksinkertaiseen valoärsykkeeseen.

**PERUSTELU 1:** Panchukin ja Vickersin (2009) tutkimuksessa jääkiekkomaalivahtien reagointi oli huomattavasti hitaampaa silloin kun tutkittavat reagoivat kiekon lentorataan verrattuna siihen, että tutkittavat näkivät edes jonkin osan pelaajasta ja saivat vihjeitä laukauksen suuntauksesta. Tässä tutkimuksessa laukovasta pelaajasta peitettiin tiettyjä alueita ja tutkittiin tämän vaikutusta reagoinnin nopeuteen. Reagointi oli siis hitainta, kun koko pelaaja ja maila olivat peitossa. Tämän perusteella pelaajaa havainnoimalla voi saada vihjeitä, jotka mahdollistavat ennakkoinnin. Murgian ym. (2014) tutkimuksen mukaan ennakointi on mahdollista myös näytöllä esitettyyn lajinomaiseen videoon. Ledivaloärsykkeen suuntausta taas ei voi ennakoida.

**ONGELMA 2:** Kehittykö videoärsykkeeseen reagointi neljän viikon intervention aikana?

**HYPOTEESI 2:** Intervention aikana videoharjoittelua suorittavien tutkittavien reagointi videoärsykkeeseen paranee merkitsevästi. Harjoittelu vaikuttaa sekä nopeuteen, että onnistuneiden toistojen lukumäärään. Kontrollina toimivien tutkittavien, jotka eivät suorita videoharjoittelua, reagointi ei muutu intervention aikana.

**PERUSTELU 2:** Hohmannin ym. (2016) tutkimuksessa kuuden viikon 2D- ja 3D-videoharjoitteluinterventiot saivat aikaan positiivisia tuloksia. Farrow ja Abernethyn (2002) tutkimuksessa reagointi kehittyi jo neljän viikon implisiittisen videoharjoittelun seurauksena. Kontrolliryhmän ja placebo-ryhmän reagointi ei muuttunut intervention aikana edellä mainitussa tutkimuksessa. Myös tässä tutkimuksessa käytetään implisiittistä harjoittelua. Videoharjoittelun etuna verraten normaaliin lajiharjoitteluun on ulkoisten häiriötekijöiden poistamisen mahdollisuus. Welfordin (1980) mukaan häiriötekijöillä, kuten kovilla äänillä on negatiivinen vaikutus reagointiin. Mahdollinen parempi keskittyminen laukauksen lukemiseen videoharjoittelun aikana voi saada aikaan kehitystä, vaikka toistomäärät ovat vähäisiä tutkittavien harjoittelusta nähden.

**ONGELMA 3:** Onko tutkittavan tasolla ja videoärsykkeeseen reagoinnilla yhteys?

**HYPOTEESI 3:** Mitä korkeammalla tasolla tutkittava pelaa sitä nopeampaa ja onnistuneempaa reagointi videoärsykkeeseen on joukkotasolla.

**PERUSTELU 3:** Ryu ym. (2013) ja Bellingin ym. (2015) mukaan ekspertit ovat parempia ennakoimaan verrattuna heikompi tasoihin saman lajin urheilijoihin. Hancockin ja Ste-Marien (2014) mukaan ennakoinnin kaltaiset taidot kehittyvät harjoittelemalla ja myös kokemuksella on suuri merkitys. Tässä tutkimusjoukossa ikä määrittää osittain, etenkin nuorempien tutkittavien tasoa, sillä ikä määrittää osaltaan harjoittelumäärää ja -kokemusta. Korkeammalla tasolla pelaavat tutkittavat ovat siis keskimäärin vanhempia ja täten kokeneempia sekä enemmän harjoitelleita.



## 7 MENETELMÄT

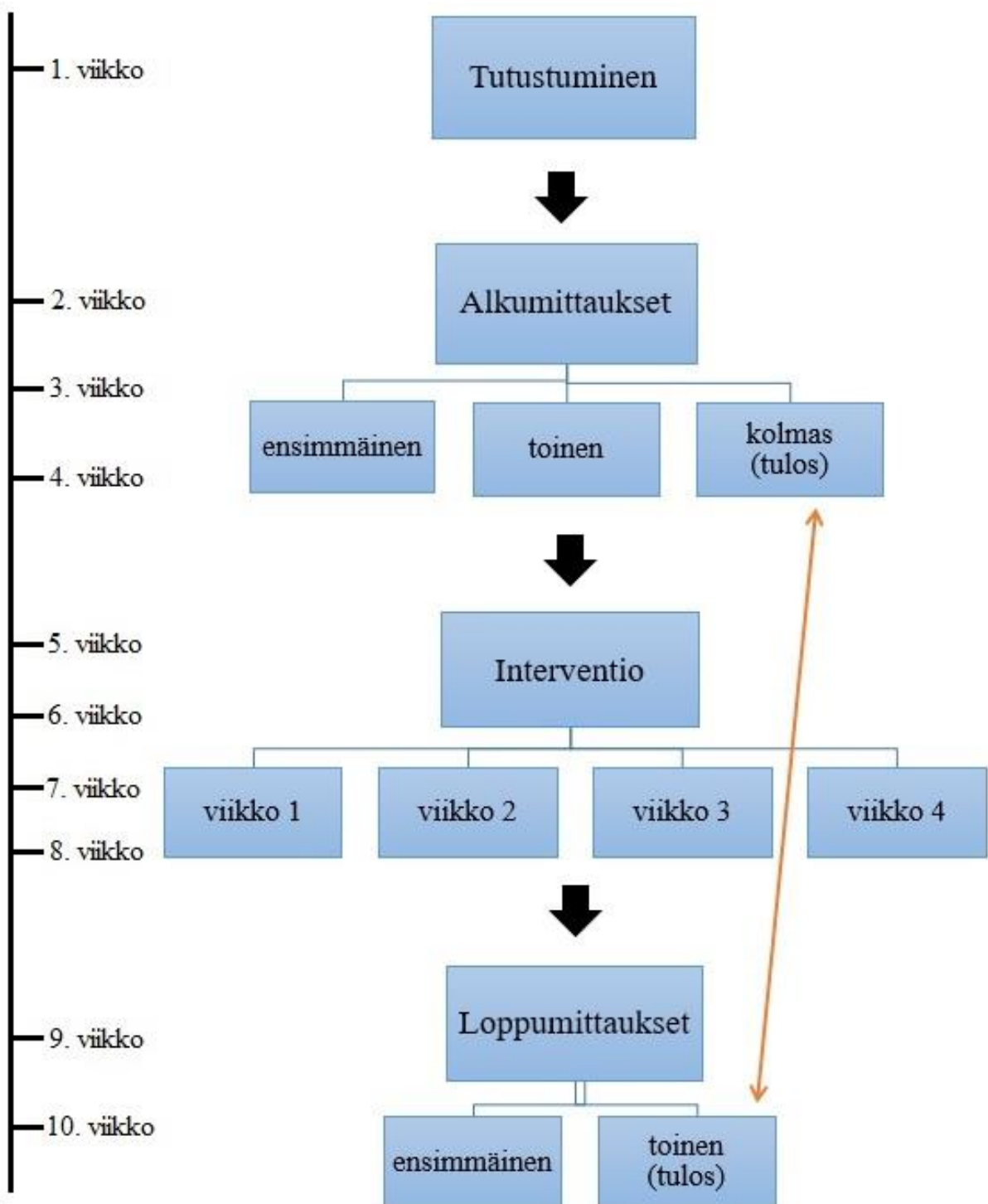
### 7.1 Tutkittavat

Tutkittavat rekrytoitiin SJL:n kilpasarjajoukkueista sekä miesten pääsarjasta (Liiga), joka ei ole jääkiekkoliiton alainen sarja. Rekrytointi suoritettiin yhteistyössä joukkueiden valmentajien, etenkin henkilökohtaisten maalivahtivalmentajien kanssa. Tutkittavien taso vaihteli Liiga:sta C-nuorten SM-sarjan maalivahteihin (taulukko 1). Tutkittavien lukumäärä oli kahdeksantoista (n=18) ja kaikki heistä olivat miespuolisia. Jokaisen sarjatason joukkueesta osallistui kaksi tai kolme maalivahtia. Tutkittavista (ikä  $20 \pm 4,2$  vuotta; pituus  $1,82 \pm 0,05$  m; paino  $82,8 \pm 78,1$  kg; siipiväli  $1,88 \pm 0,06$  m) seitsemäntoista pelasi räpylä vasemmassa kädessä, eli olivat lajitermein sanottuna *leftejä*. Tutkittavien jääharjoitusmäärät olivat  $6,3 \pm 2,2$  tuntia viikossa ja harrastustaustaa maalivahtina oli  $13 \pm 4,5$  vuotta.

Mittaukset suoritettiin pelikauden 2017–2018 marraskuun ja huhtikuun välisenä aikana. Kaikki tutkittavat olivat aktiivisia kilpasarjan maalivahteja. Mittausajankohdat sovittiin henkilökohtaisesti tutkittavien kanssa, siten etteivät mittaukset haittaa mahdollista koulunkäyntiä, töitä tai lajiharjoittelua. Tutkittavilla oli täysi oikeus perua sovittu mittausajankohta, milloin vain. Yhteydenpito tutkittavien kanssa suoritettiin pääasiassa puhelimitse. Tutkittavien osallistuminen oli täysin vapaaehtoista ja tutkimuksessa noudatettiin muutenkin Jyväskylän yliopiston eettisen toimikunnan ohjeita, periaatteita ja käytäntöjä.

TAULUKKO 1. Tutkittavien sarjataso, iän keskiarvo ja harrastustausta vuosina sekä lukumäärä. \*Samalta sarjatasolta edustettuna kaksi joukkuetta.

Sarjataso	Ikä (v)	Harrastustausta (v)	Lukumäärä
Liiga	26	19	2
Suomi-Sarja*	24	17	3+3
A-nuorten (SM / alempi) *	18	13	2+3
B-nuorten (alempi SM)	17	10	2
C-nuorten (SM)	15	11	3



KUVIO 2. Mittausten rytmitys tutustumiskäynnistä loppumittauksiin. Nuolella on esitetty mittauskerrat, joiden tuloksia vertailtiin keskenään. Mittausten ja interventiojakson kokonaiskesto oli 10 viikkoa tutkittavaa kohden.

## 7.2 Koeasetelma

Tiivistettynä koeasetelma koostui reaktioaikataulusta, jossa oli neljä painiketta, joiden etäisyys toisistaan oli kuusikymmentä prosenttia jääkiekkomaalin koosta. Tämä 60 % kuvasti arvioituja torjuntajen liikelaajuuksia maalivahdin ollessa vastassa maalivahdin alueen kaarella. Reaktioaikataulun ärsykevaihtoehtoina olivat painikkeisiin osoittavat ledivalot tai tietokoneen näyttö, jossa esiintyi maalivahdin perspektiivistä kuvattuja laukauksia suuntautuen kohti painikkeita. Reaktioaikataulun korkeus oli säädettävä, jotta asetelma saatiin optimoitua jokaiselle tutkittavalle. Suoritusasennolla jäljiteltiin maalivahdin perusasentoa jäällä tehtävissä lajisuorituksissa. Reaktioaikamittauksella pyrittiin tutkimaan mahdollisimman lajinomaisia torjuntasuorituksia laboratorio-olosuhteissa. Yksityiskohtaisempi kuvaus laitteistosta kappaleessa 7.3.1 *Laitteisto* sivulla 3.

### 7.2.1 Pilottimittaukset

Tutkimukset aloitettiin pilottimittauksilla, joissa koeasetelmaa pyrittiin optimoimaan yhteistyössä Mestis-tasoisien maalivahdin kanssa. Pilottimittauksien aikana selvitettiin optimaalista etäisyyttä sekä suuntausta maalivahdin perspektiivistä kuvatuille laukauksille. Myös ärsyksenä esitettävän videon nopeuden vaihtoehtoja vertailtiin. Lorainsin ym. (2014) tutkimuksessa ekspertit olivat nopeampia reagoidessaan puolitoista kertaisella nopeudella esitettyyn videoon verrattuna normaalinopeudella esitettyyn. Samaisessa tutkimuksessa tutkittavat kokivat nopeutettuna esitetyn videon lajinomaisemmaksi.

Laukauksien etäisyyden, suuntauksen ja nopeuden lisäksi esille noussut tekijä oli laukauksen selkeys. Pilottimittauksien tehneiden tutkijan sekä tutkittavan lajikokemuksen perusteella kyettiin kartoittamaan sekä osittain erottelemaan selkeämmät ja epäselvemmat laukaukset. Tämän tutkimuksen tavoitteiden saavuttamiseksi, varsinaisiin mittauksiin valittiin mahdollisimman selkeät laukaukset. Pilottimittauksissa tarkasteltiin myös eri ärsykevaihtoehtoihin reagoimisen liikeaika. Liikeaika arvioitiin suurnopeuskameran 100 Hz kuvataajuuden avulla. Liikeaika alkoi tutkittavan reagoivan käden ensimmäisestä havaittavasta liikkeestä ja päättyi sekuntikellon pysähtymiseen. Liikeaika määritettiin jokaiselle ärsykkeelle. Liikeajat osiossa 8 *TULOKSET* sivulla 43.

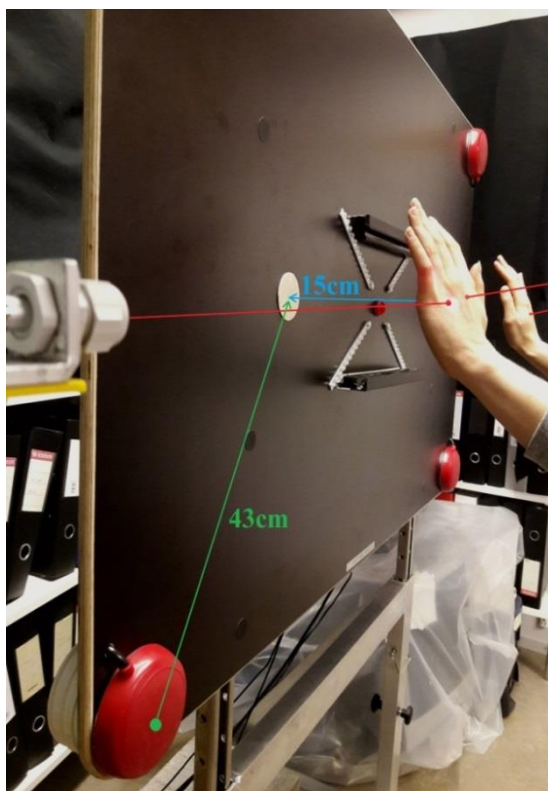
## 7.2.2 Alkumittaukset

Ennen alkumittauksia koasetelma käytiin läpi tutkittavien kanssa henkilökohtaisesti. Laitteisto sekä tutkimustila esiteltiin ja samalla tutustuttiin ärsykkeisiin sekä itse suorituksiin. Tämä tutustumiskerta antoi selkeää kuvaa siitä mihin tutkittavat olivat ryhtymässä. Tutkimustila oli suljettu rauhallinen huone sisätiloissa. Huoneessa ei ollut ikkunoita ja muutkin mahdolliset häiriötekijät pyrittiin minimoimaan. Mittauksien aikana tässä tilassa ei ollut muita henkilöitä kuin vastaava tutkija sekä tutkittava. Tutustumiskerran päätteeksi tutkittaville annettiin kirjallinen koehenkilötiedote ja suostumuslomake, jossa alaikäisiltä vaadittiin huoltajan allekirjoitus.

Ensimmäisellä varsinaisella mittauskerralla tutkittavien pituus ja siipiväli mitattiin, paino punnittiin sekä ikä ja harjoitteluvuodet kirjattiin. Seuraavaksi laitteisto säädettiin vastaamaan tutkittavan omaa torjunta-asentoa jäljittelevää asentoa. Taulun korkeus, jalkojen etäisyys toisistaan sekä taulusta mitattiin ja kirjattiin muistiin. Ensimmäinen mittauskerta koostui kolmesta eri mittauksesta. Kaikissa kolmessa mittauksessa suoritusasento oli sama, kuin myös suoritettava liike. Jalkojen asento vakioitiin maahan kiinnitetyillä teipeillä, jotka sijaitsivat alkuun mitatuilla etäisyyksillä (kuva 2). Suoritusasennossa tutkittava asettui torjunta-asentoaan vastaavaan asentoon reaktioaikataulun eteen. Tässä asennossa jalat ovat hartioita leveämmällä ja ylävartalo nojautuu eteen tutkittavan oman maun mukaan (kuva 2). Kämmenien etäisyys taulusta (15 cm) ja siten painikkeista (43 cm) on vakioitu laser-osoittimilla (kuva 3), jotta tutkittavien suoritusten liikelaajuudet olisivat yhtä suuret. 15 cm etäisyydellä jäljiteltiin varsinaisia lajisuorituksia, sillä torjunnat pyritään tekemään etuviistoon vartalon etupuolelle. Käsivarsien asento oli vapaavalintainen, jotta persoonallisen torjunta-asennon toteuttaminen olisi myös käsien osalta osittain mahdollista.

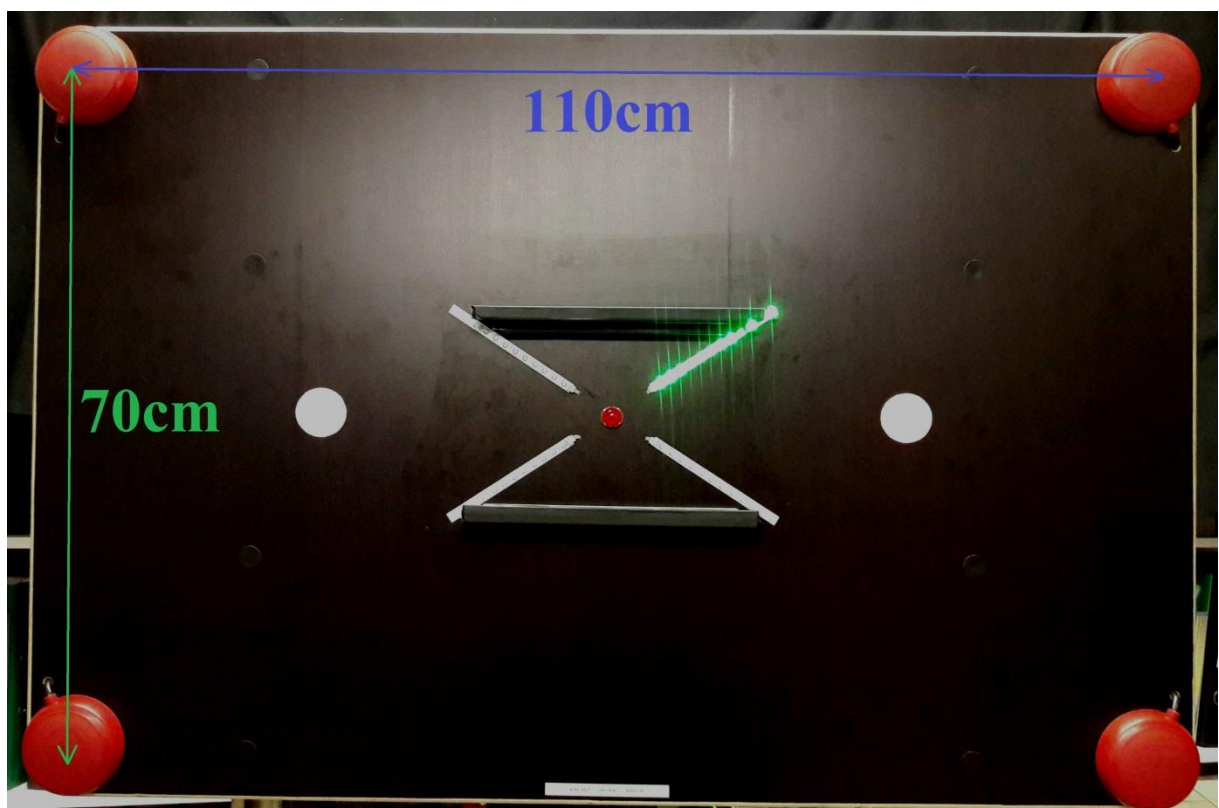


KUVA 2. Tutkittavan suoritusasento taulun edessä. Jalkojen etäisyys toisistaan sekä laitteesta merkittynä punaisella teipillä.



KUVA 3. Käsien etäisyys tauluun sinisellä ja etäisyys painikkeisiin vihreällä. Etäisyyksien vakiointi punaisilla laservaloilla, jotka osoittavat kämmenselkiin.

*Yksinkertainen reaktioaika.* Ensimmäinen mittaus selvitti tutkittavan yksinkertaista visuaalista reaktioaikaa, johon sisältyi liikeaika. Tässä mittauksessa tutkittavan tuli kiinnittää katseensa reaktioaikataulun keskellä sijaitsevaan punaiseen pisteeseen (kuva 4). Vihreän ledinauhan syttyessä osoittamaan ennakkoon sovittua painiketta (kuva 4), tutkittavan tuli painaa painiketta mahdollisimman nopeasti. Reaktioaika saatiin sekuntikellosta, joka käynnistyi valon syttyessä ja pysähtyi kun tutkittava painoi painiketta. Kyseinen sekuntikello mittasi reaktioaikaa tuhannesosasekunnin tarkkuudella. Jokaiselle neljälle painikkeelle (vasen ylös, vasen alas, oikea ylös, oikea alas) tehtiin viisi toistoa peräkkäin, joista kolmen nopeimman keskiarvot laskettiin. Ennen näitä varsinaisia toistoja jokaiselle painikkeelle tehtiin kolme verryttelytoistoa siten, että kaikki painikkeet käytiin läpi verryttelytoistoin ja sen jälkeen samassa järjestyksessä varsinaiset mitattavat toistot. Toistojen välissä oli noin kymmenen sekunnin tauko. Seuraava toisto aloitettiin tutkijan sanoessa ”valmis”, johon tutkittava vastasi ”valmis” tarkastettuaan, että kädet olivat laservalojen osoittamissa kohdissa ja ollessaan valmis seuraavaan toistoon. Ärsyke esiintyi noin kaksi sekuntia tutkittavan ”valmis”-äänimerkistä.



KUVA 4. Reaktioaikataulu, jossa vihreä ledivalo osoittaa oikeaa yläpainiketta. Sinisellä ja vihreällä nuolella esitetty painikkeiden etäisyys toisistaan vaaka- ja pystysuunnassa.

*Monivalintainen reaktioaika.* Seuraavaksi mitattiin tutkittavan monivalintaista visuaalista reaktioaikaa. Asetelma oli lähes samanlainen kuin yksinkertaisessa reaktioajan testissä, mutta tässä tutkittava ei tiennyt mikä neljästä painiketta osoittavasta ledinauhasta syttyisi. Tässäkin mittauksessa tehtiin verryttelytoistot ennen varsinaisia kirjattavia toistoja. Verryttelytoistoissa kullekin painikkeelle tehtiin kolme suoritusta, eli kaksitoista suoritusta yhteensä. Varsinaisia mitattavia toistoja tehtiin kaksikymmentä siten, että kullekin painikkeelle viisi toistoa satunnaisessa järjestyksessä. Ledivalon sytytys tapahtui manuaalisesti kauko-ohjaimen avulla (kuva 5). Sekuntikello oli osa tätä kauko-ohjainta. Toistojen välissä oli noin viisi sekuntia ja seuraava toisto suoritettiin edellä mainituilla ”valmis”-komennoilla. Epäonnistuneet, eli painikkeesta ohi painetut toistot jätettiin huomiotta. Onnistuneista toistoista nopeimmat kahdeksankymmentä prosenttia sisällytettiin reagoinnin nopeuden keskiarvoon. Eli hitaimmat kaksikymmentä prosenttia toistoista jätettiin myös huomiotta. Tämä sen vuoksi, että pilottimittausten perusteella videoärsykyeseen reagointi on hieman haastavampaa, joten virheitä tulee todennäköisesti enemmän ja tällä tavoin ledivaloihin sekä videoon reagoitujen onnistuneiden toistojen määrä saadaan lähemmäs toisiaan.

*Ennakointi.* Kolmas mittaus suoritettiin edelleen samankaltaisella mittausasetelmalla, jossa suoritusasento sekä reaktioaikataulu painikkeineen olivat samat. Tässä mittauksessa ledivalot peitettiin mustalla valoa läpäisemättömällä teipillä ja reaktioaikataulussa sijaitseville kiskoille asetettiin tietokoneen näyttö (kuva 5). Näytöllä esiintyi maalivahdin perspektiivistä kuvattuja laukauksia, jotka suuntautuivat selkeästi kohti jotakin neljästä painikkeesta. Reaktioaika alkoi hetkestä, jolloin kiekko irtosi pelaajan lavasta. Eli tämä on hetki, jolloin kiekon suuntautuminen voidaan nähdä kiekon lentoradasta. Tämä hetki merkittiin videolle valkoisella X-kirjaimella videon vasempaan yläkulmaan (kuva 5). Reaktioaika saatiin suurnopeusvideokameran avulla, joka kuvasi samaan aikaan kauko-ohjainta ja reaktioaikataulun näyttöä (kuva 5). Ennen videon jokaista laukausta kauko-ohjaimesta painettiin seuraavan laukauksen suuntautumista vastaavaa painiketta. Näin kauko-ohjaimen painikkeen viereinen valo syttyi ja paloi, kunnes tutkittava reagoidessaan painoi laukausta vastaavaa painiketta taulussa. Valo sammui oletettavasti viiveettä oikeaa painiketta painettaessa. Reaktioaika oli aikaväli X-kirjaimen ilmestymisestä kauko-ohjaimen valon sammumiseen.



KUVA 5. Kauko-ohjain ja sekuntikello sekä kiskoilla oleva näyttö, jonka vasemmassa yläkulmassa valkoinen X-kirjain, joka esiintyy sillä hetkellä, kun kiekko irtoaa lavasta ja näkyy näytöllä yhden sekunnin ajan. Tämänkaltaista kuvaa videokuvattiin taulun vasemmalta puolelta suurnopeuskameralla.

*Mittausten aloitus.* Kokonaisuudessaan alkumittauksiin kuului tutustumiskäynti, sekä kolme varsinaista mittauskertaa joiden aikana seurattiin kehitystä mahdollisen alkujännityksen laantuessa tutkimustilanteen tullessa tutummaksi sekä oppimisen vaikutusta. Valoärsykkeiden järjestykset sekä verryttely- ja mittausvideot vaihtuivat jokaiselle mittauskerralle. Lähtöarvoiksi valittiin kolmannen mittauskerran suoritusten keskiarvot. Näitä keskiarvoaikoja verrattiin intervention jälkeisiin tuloksiin. Nämä neljä alkutapahtumaa pyrittiin toteuttamaan peräkkäisinä viikkoina neljän viikon aikana. Maksimimääräksi asetettiin kaksi mittauskertaa viikossa. Mittauksiin tullessaan tutkittavien tuli tuntea olonsa virkeäksi ja normaaliksi. Jokaisen mittauskerran alussa tutkittavien vireystilaa kysyttiin seitsenportaisella Stanford Sleepiness Scale -lomakkeella (liite 1), joka oli suomennettu tutkittaville. Mittaus suoritettiin vain, kun tutkittava koki vireystilansa olevan 1–3 tasoilla (Solianik ym. 2013). Edellisestä kuormituksesta tuli olla vähintään neljä tuntia, jotta mahdolliset fyysisen väsymyksen vaikutukset, jotka Welford (1980) nosti esille, voitaisiin minimoida.



### 7.2.3 Interventio

Interventio koostui videoharjoittelusta, jota suoritettiin viitenä päivänä viikossa neljän viikon ajan. Tutkittavat saivat valita päivät, jolloin suorittivat harjoittelua yhden videon päivässä. Yksi video sisälsi kuusikymmentä videokuvattua laukausta, jotka esitettiin samaan tapaan kuin mittaustilanteen videot. Videoita katsoessaan tutkittavien tuli suorittaa mielikuvaharjoittelua näihin laukauksiin, jotka suuntautuivat selkeästi neljään eri suuntaan mittaustilanteen tavoin. Tutkittavat ohjeistettiin katsomaan videoita joko tietokoneen ruudulta tai televisiosta. Matkapuhelimen ja tabletin näyttö määritettiin liian pieniksi videoharjoittelua varten. Katseluasentoa (istuen, seisten, maaten) ei määritetty. Videoharjoittelun sai keskeyttää lyhyiden taukojen pitämiseksi, sillä 7–9 minuutin yhtäjaksoinen keskittyminen voi olla haastavaa. Harjoittelu tuli suorittaa rauhallisessa tilassa, jossa ei ollut ylimääräisiä häiriötekijöitä. Harjoittelun ajankohtaa ei määritetty, mutta tutkittavan tuli tuntea olonsa normaaliksi harjoitteluhetkellä, jotta esimerkiksi väsymys tai kiire ei vaikuttaisi.

Videot tarjottiin tutkittaville yksityisen piilotetun YouTube-soittolistan linkin avulla. Jokaiselle harjoituskerralle oli oma videonsa soittolistassa ja ne olivat järjestyksessä harjoitusviikkojen mukaan. Tutkittavien tuli kirjata harjoittelukerrat, sekä subjektiivinen tuntemus keskittymisen tasosta (1–3), jossa: 1 = hyvä keskittyminen, 2 = kohtalainen keskittyminen ja 3 = huono keskittyminen (liite 2). Tutkittavien tuli suorittaa kahdeksankymmentäviisi prosenttia harjoitusmäärästä, eli seitsemäntoista harjoitusta kahdestakymmenestä. Jos tämä harjoitusmäärä alittui, ei loppumittauksia suoritettu kyseiselle tutkittavalle. Interventio- ja kontrolliryhmä kirjasivat myös jää- ja oheisharjoittelumääränsä interventiojakson ajalta (liite 2).

Intervention suorittajat satunnaistettiin arpomalla siten, että joukkueista joista osallistui kolme maalivahtia, kaksi suoritti intervention aikaisen harjoittelun ja yksi toimi heidän kontrollinaan. Joukkueet joista osallistui kaksi maalivahtia, vain toinen suoritti harjoittelun ja toinen toimi hänen kontrollinaan. Kaikki tutkimukseen osallistuvat maalivahdit pitivät päiväkirjaa intervention aikaisesta laji- sekä oheisharjoittelustaan. Tämän avulla seurattiin oletusta, että saman joukkueen maalivahdit harjoittelevat etenkin lajiharjoitteita saman verran. Neljän viikon intervention tai kontrollitutkittavilla neljän viikon mittaustauon jälkeen suoritettiin loppumittaukset.

## 7.2.4 Loppumittaukset

Loppumittaukset koostuivat kahdesta alkumittauksia vastaavasta tapahtumasta, joissa mitattiin ensin yksinkertaista ja monivalintaista reaktioaikaa sekä lopuksi ennakointia videostimulukseen reagoiden. Mittausprotokollat olivat täysin samanlaiset alkumittausten ja loppumittausten välillä. Nämä kaksi mittauskertaa pyrittiin suorittamaan interventiota seuranneiden kahden viikon aikana. Näistä mittauskerroista jälkimmäisen keskiarvotulokset määritettiin loppumittausten arvoiksi ja näitä tuloksia verrattiin alkumittausten kolmannen kerran tuloksiin. Mittaukset pyrittiin rytmittämään siten, että saman joukkueen maalivahdit aloittivat ja päättivät mittaukset alle viikon erolla. Tällä tavoin intervention tehneiden ja heidän kontrolloijansa laji- sekä oheisharjoittelumäärät vastaisivat toisiaan mahdollisimman hyvin.

## 7.3 Aineiston keräys

Aineiston keräys tapahtui pääosin Jyväskylän yliopiston liikuntabiologian yksikössä Vivecassa, tutkimusta varten rakennetun reaktioaikataulun avulla. Tämän taulun käyttö tapahtui pääosin manuaalisesti ja sen avulla saadut reaktioajat kirjattiin mittaustapahtumassa paperille ja siirrettiin myöhemmin tietokoneelle tarkempaa analysointia varten. Ennakointia tutkittaessa reaktioaikataulun ominaisuudet eivät yksistään riittäneet ja täten rinnalle käyttöön otettiin suurnopeuskamera. Tässä ennakoinnin tutkimisessa taulun omat ledivalot eivät olleet käytössä, vaan niiden päälle asetettiin tietokoneen näyttö esittämään monimutkaisempaa ärsykettä. Taulun sekä näytön ohjaus tapahtui manuaalisesti kaukosäätimien avulla, jotta tutkittava sai keskittyä vain varsinaisiin mitattaviin suorituksiin. Tarkempi kuvaus laitteistosta seuraavassa osiossa *7.3.1 Laitteisto*.

### 7.3.1 Laitteisto

*Reaktioaikataulu.* Tätä tutkimusta varten rakennettu reaktioajan mittauslaite koostui suorakaiteen muotoisesta puisesta levyosasta, jonka keskellä sijaitsi punainen muovikupu, johon tutkittavan tuli kiinnittää katseensa. Muovikuvun ympärillä neljä viidentoista senttimetrin ledinauhaa suuntautui levyn jokaista kulmaa kohden. Ledien ylä- ja alapuolella

olivat kiskot näytön kiinnittämiseksi. Levyn kulmissa sijaitsivat punaiset painikkeet, joiden halkaisijat olivat kymmenen senttimetriä. Painikkeiden keskikohtien etäisyys vaakasuunnassa oli 110 cm ja pystysuunnassa 70 cm. Ledinauhojen sivuilla sijaitsivat vaaleat pyöreät merkit kuudenkymmen senttimetrin etäisyydellä toisistaan. Nämä merkit auttoivat tutkittavaa sijoittamaan kätensä oikein. Reaktioaikataulun korkeussuunnassa viiden senttimetrin välein säädettävä jalusta oli alumiinia. Jalustan alaosaan tuli sijoittaa vastapainot, jotta taulu pysyi pystyssä. Lisäksi taulu jämähöidettiin kuormaliinalla, sillä tutkittavien reagointi oli ajoittain melko aggressiivista ja voimakasta.

Taulu sai virtansa verkkovirrasta ja se toimi virranlähteenä myös kauko-ohjaimelle sekä laservaloille, joilla vakioitiin käsien etäisyys. Laservalo-osoittimet sijoitettiin taulun vasemmalle sivulle sekä tutkittavan taakse edellä mainittuja taulun pyöreitä vaaleita merkkejä osoittaen. Sivulla sijaitseva laservalo säädettiin korkeussuunnassa taulun korkeuden mukaan siten, että valolinja kulki 15 cm etäisyydellä taulun pinnasta vaakasuuntaisesti. Tämä laservalo vakioi tutkittavan käsien etäisyyden taulusta. Käsien etäisyys sivu- ja korkeussuunnassa vakioitiin tutkittavan takana sijaitsevien laservalojen avulla. Nämä laservalot suuntautuivat yläviistosta kohti taulussa sijaitsevia merkkejä. Toisen valon tuli osua tutkittavan vasempaan kämmenselkään ja toisen oikeaan. Valot suuntautuivat yläviistosta, jotta ne eivät osuisi tutkittavan hartioihin. Käsien asennon ollessa oikea, vasempaan kämmenselkään tuli osua sekä sivulta että takaa suuntautuva laservalo ja oikeaan kämmenselkään vain takaa suuntautuva.

*Näyttö.* Kolmannessa mittausasetelmassa ärsykkeenä käytettiin videokuvattuja laukauksia. Nämä laukaukset esitettiin HP Spectre X2:n näytön avulla. Kyseisen kannettavan tietokoneen näppäinosa voitiin irrottaa, jolloin kolmetoista tuumainen kosketusnäyttö toimi kuten tabletti. Tätä näyttöä ohjattiin Samsung Galaxy A3 älypuhelimien Remote Link -applikaatiolla, joka toimi Bluetoothin välityksellä. Videot esitettiin Windows Media Player -ohjelmalla. Leen ym. (2013) tutkimuksessa kaksi- ja kolmiulotteisen kuvan esittämisellä ei ollut merkitystä reaktioaikaan ja Murgian ym. (2014) tutkimuksessa jalkapallomaalivaahdit kykenivät ennakoimaan näytöllä esitettyyn stimulukseen. Kyseisiin tutkimuksiin tukeutuen 13” näyttö valittiin tähän tutkimukseen sen käytännöllisyyden vuoksi.

*Videokamera.* Suurnopeusvideokuvaa varten käytettiin Sonyn HXR-NX5U NXCAM Professional Camcorder -videokameraa. Tämän kameran Smooth Slow Rec -toiminnon avulla mittauksissa saatiin videokuvaa, jonka kuvataajuus oli 100 Hz. Tällä tavoin mittauksilannetta voitiin tarkastella sekunnin sadasosan tarkkuudella. Tämä videokamera sijoitettiin jalalle

siten, että se kuvasi telineellä olevaa kauko-ohjainta sekä reaktioaikataulun näyttöä. Manuaalisen tarkennuksen myötä kauko-ohjain sekä reaktioaikataulun näyttö saatiin videokuvattua riittävän tarkasti.

*Kauko-ohjain.* Reaktioaikataulun kauko-ohjain koostui painikkeista, joilla sekuntikello lähti pyörimään ja pysähtyi, kun oikeaa painiketta painettiin taulussa. Sekuntikellon pysähtyessä sammui painikkeen viereinen valo, joka oli syttynyt, kun kello oli laitettu pyörimään (kuva 6, s. 41). Sekuntikello pysähtyi tuhannesosan tarkkuudella painiketta painettaessa, mutta kellon pyöriessä se näytti lukeman vaihtumisen vain 63 millisekunnin välein. Sekuntikellon näytön ominaisuudet eivät siis riittäneet näyttämään lukeman vaihtumista sekunnin tuhannesosan tai edes sadasosan välein. Tämä havaittiin suurnopeuskameran kuvan avulla. Reaktioajan tarkastelu onnistui kuitenkin tarkasti sekuntikellon painikkeiden viereisten valojen avulla. Nämä valot sammuiivat oletettavasti viiveettä, kun reaktioaikataulun painiketta painettiin.

### **7.3.2 Videot**

Maalivahdin perspektiivistä kuvatut videot kuvattiin GoPro Hero 2 Action -kameralla Buugin liikuntakeskuksen 1. kaukalossa. Videokuvan resoluutio oli 720 ja kuvataajuus 60 Hz. Kamera asetettiin jalustalle noin 60 cm korkeudelle ja kamera sijoitettiin maalivahdin alueen keskelle. Kyseisillä asetteluilla kamera oli maalin puolivälissä vaaka- ja pystysuunnassa. Tämä vastasi näytön asettelua reaktioaikataulussa. Laukaisuetäisyys oli noin viisi metriä maaliviivasta. Laukojaa ohjeistettiin laukomaan p-pisteen alaviiksen kohdalta, jonka etäisyys kyseisessä kaukalossa oli 5,1 m maaliviivasta. Yhdellä kuvauskerralla kuvattiin noin 250 laukausta, eli noin 65 laukausta jokaiseen sijaintiin. Lisäksi laukauksen nopeutta tutkittiin videokuvan avulla. Tämä tapahtui siten, että kamera asetettiin maaliviivalle maalin sivuun. GoPro-videon laajakuvan ansiosta videokuvan reunasta arvioitiin kiekon irtoamishetki lavasta ja keskellä kuvaa määritettiin hetki, jolloin kiekko ohitti tolpan mennessään maaliin. Etäisyyden ja kuvataajuuden ollessa tiedossa, laukauksen nopeus kyettiin laskemaan. Laukauksen keskinopeus määritettiin kymmenen laukauksen perusteella. Laukojina olivat samat pelaajat alkua- sekä loppumittauksissa. Kyseiset pelaajat olivat hyökkääjiä ja laukoivat vasen käsi alhaalla, eli olivat *leftejä*.

Tästä videomateriaalista muokattiin verryttely-, mittaus- sekä harjoitteluvideot Windows Movie Maker ohjelman avulla. Laukaukset järjestettiin sattumanvaraiseen järjestykseen siten,

että jokaista laukausta edelsi viiden sekunnin musta kuva. Mustan kuvan vaihtuessa videoksi, laukoja käsitteli kiekkoa muutaman sekunnin ajan, jotta tutkittava pystyi keskittymään tulevaan laukaukseen. Tämä kiekonkäsittelyhetki esiintyi normaalinopeudella. Videokuvan nopeus muokattiin 1,25 kertaiseksi siitä hetkestä eteenpäin, kun laukoja vei kiekon taakse viimeistä kertaa virittäessään laukausta. Laukaisuhetki siis esiintyi nopeutettuna. Pilottimittausten perusteella tämä oli paras tapa. Kiekon irtoamishetki lavasta kyettiin arvioimaan ja merkitsemään alle 17 millisekunnin tarkkuudella, sillä kuvataajuuden ollessa 60 Hz kahden kuvan väli oli 0,0166 sekuntia. Videolta arvioitiin irtoamishetkeksi viimeinen kuva (frame), jolloin kiekko oli vielä kontaktissa lavan kanssa. Seuraavassa kuvassa kiekko oli jo selkeästi irti lavasta. Todellisuudessa kiekko irtosi lavasta näiden kahden kuvan, eli vajaan 17 millisekunnin aikana.

Suurnopeusvideokameralla kuvattua mittausvideomateriaalia käsiteltiin Kinovea 0.8.15 -ohjelmalla. Tällä ohjelmalla 100 Hz:n kuvataajuudella kuvattua materiaalia kyettiin tarkastelemaan 0,01 sekunnin, eli sadasosasekunnin tarkkuudella. Videokuvasta tarkasteltiin ensimmäinen kuva, jolloin reaktioaikataulun näytölle ilmestyi valkoinen X-kirjain. Tämä X-kirjaimen ilmestyminen osoitti hetken, jolloin kiekko irtosi pelaajan lavasta. Seuraavaksi etsittiin kuva, jossa reaktioaikataulun sekuntikellon painikkeen viereinen valo sammui (kuva 6, s.41). Tämä painikkeen viereinen valo sammui oletettavasti viiveettä, kun reaktioaikataulun painiketta painettiin. Kyseistä valoa käytettiin sekuntikellon näytön sijasta, sillä sekuntikellon näytön ominaisuudet eivät riittäneet näyttämään ajan vaihtumista sekunnin tuhannesosan tai edes sadasosan tarkkuudella. Visuaalinen reaktioaika oli siis näiden kahden kuvan välinen aika. Kuvien välinen aika saatiin Kinovean avulla sadasosan tarkkuudella, kuten aiemmin mainittiin. Ennakointi -mittauksen reaktioajan määrittämisen virhemarginaali koostui siis 60 Hz kuvatun kiekon irtoamishetken määrittämisestä, sekä 100 Hz kuvatun X-kirjaimen ilmestymisen ja valon sammumishetken määrittämisestä.



KUVA 6. Reaktioaikataulun kauko-ohjaimen painikkeen vasemmalla puolella oleva valo syttyi, kun painiketta painettiin ja sammui, kun tutkittava painoi reaktioaikataulun vastaavaa painiketta.

#### 7.4 Aineiston käsittely ja tilastolliset menetelmät

Mittaustapahtumassa reaktioajat yksinkertaisesta sekä monivalintaisesta valoärsyketestistä kirjattiin manuaalisesti kaavakkeelle. Lajinomaisen ärsykkeen testissä tutkittavan subjektiivinen tuntemus torjunnan onnistumisesta kirjattiin myös manuaalisesti. Lajinomaisen testin reaktioajat analysoitiin mittaustapahtuman jälkeen videokuvan avulla Kinovea 0.8.15 -ohjelmaa käyttäen. Kaikki kerätty data siirrettiin digitaaliseen muotoon IBM SPSS Statistics v.24 -ohjelmaan (SPSS Inc, Chicago, IL, USA), jonka avulla tutkittiin tilastolliset merkitsevyydet.

Eri ärsykkeisiin reagoinnin nopeuden suhteita tutkittiin toistomittausten varianssianalyysillä. Interventiojakson vaikuttavuutta reagoinnin nopeuteen ja onnistuneiden toistojen määrään tarkasteltiin parillisten muuttujien kaksisuuntaisella T-testillä. Intervention aikana seurattujen tekijöiden, kuten oheisharjoittelun määrän, yhteyttä reaktioaikoihin tutkittiin Pearsonin korrelaatiolla. Tätä korrelaatiotestiä käytettiin myös maalivahtien tason ja eri ärsykkeisiin reagoinnin nopeuksien yhteyksien selvittämiseen. Aineiston normaalijakautuneisuus tarkastettiin Shapiro-Wilk -testillä. Tilastollisen merkitsevyyden alaraja oli  $p < 0.05^*$  ja vahvemmat merkitsevyydet  $p < 0.01^{**}$  ja  $p < 0.001^{***}$ .

## 8 TULOKSET

Kaikki kahdeksantoista tutkittavaa suorittivat alkumittaukset, eli kaksi tuntumamittausta sekä kolmannen määrittävän mittauksen. Mittaukset onnistuttiin suorittamaan hyvässä rytmissä jokaisen tutkittavan kanssa ilman merkittäviä viivästyksiä. Korkeimman tason maalivahdit eivät suorittaneet interventiojaksoa, eivätkä täten loppumittauksia kiireisten Liigan pudotuspelien vuoksi. Myös yksi Suomi-Sarja-maalivahdeista joutui jättämään interventiojakson kesken pelissä saadun aivotärähdyksen vuoksi. Interventio- ja kontrolliryhmä siis koostuivat viidestätoista maalivahdist. Jokaisesta joukkueesta oli kontrollihenkilö ( $n = 6$ ) ja yksi tai kaksi intervention suorittajaa ( $n = 9$ ). Myös loppumittaukset saatiin suoritettua ilman merkittäviä viivästyksiä. Normaalijakautuneisuus tarkastettiin kaikista tarpeellisista muuttujista. Puuttuvaa dataa esiintyi vain oheis- ja videoharjoittelupäiväkirjoissa.

### 8.1 Pilottimittaukset

Eri ärsykkeisiin reagoinnin liikenopeuksissa oli huomattavia eroja. Yksinkertaiseen valoärsykkeeseen reagoinnin liikeajan keskiarvo oli  $0,153 \pm 0,005$  sekuntia. Reagoitaessa monivalintaiseen valoärsykkeeseen liikeajan keskiarvo oli  $0,178 \pm 0,019$  sekuntia ja reagoitaessa lajinomaiseen ärsykkeeseen keskiarvo oli  $0,207 \pm 0,030$  sekuntia. Liikeajat laskettiin kymmenen nopean ja onnistuneen toiston keskiarvona.

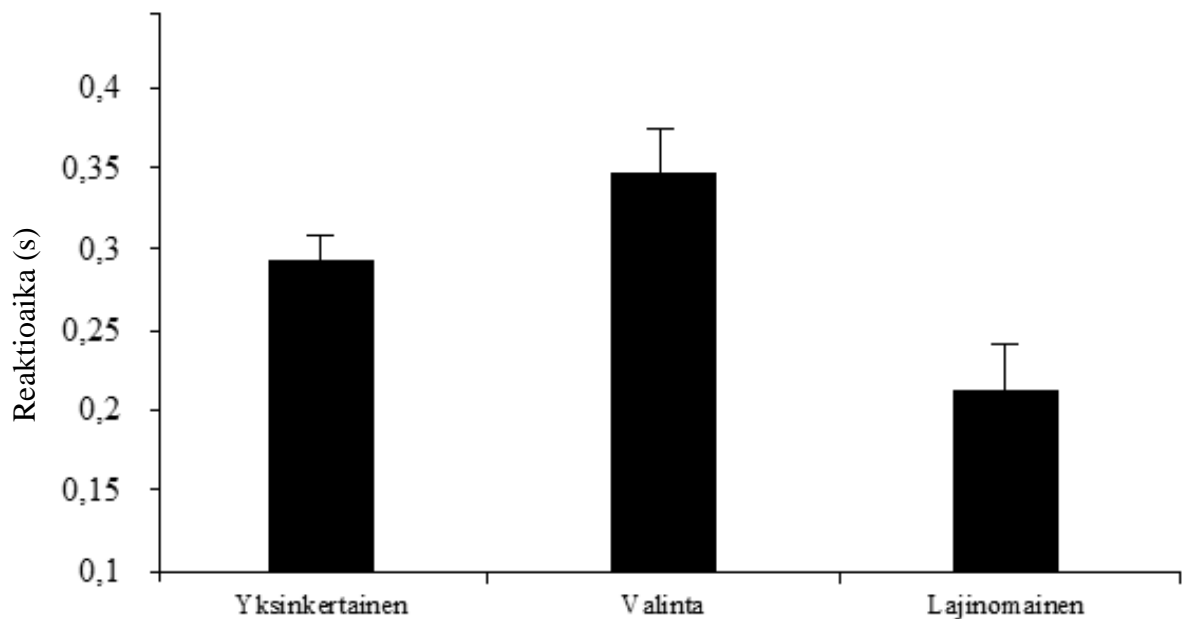
### 8.2 Reaktioajat

Reagoinnin nopeudessa oli tilastollisesti merkitsevät erot ( $p < 0.001$ ) kaikkien eri ärsykkeiden välillä (taulukko 2, s. 44). Lajinomaiseen ärsykkeeseen reagointi ("torjunta") oli nopeinta ja monivalintaiseen valoärsykkeeseen reagointi hitainta (kuva 7, s. 44). Tutkittavat arvioivat myös "mahdollinen torjunta" -toistot. Näiden toistojen nopeus sijoittui lähelle yksinkertaisen valoärsykkeen reagoinnin nopeutta, nopeuden keskiarvon ollessa  $0,303$  sekuntia. Tilastolliset merkitsevyydet selvitetiin toistomittausten varianssianalyysin avulla.

TAULUKKO 2. Lajinomaiseen videoärsykkeeseen reagoinnin nopeus verrattuna yksinkertaiseen sekä monivalintaiseen ledivaloärsykkeeseen reagoinnin nopeuteen. Kolmantena parina yksinkertaisen ja monivalintaisen valoärsykkeen ero. Reaktioaikojen KA - erot sekunteina.

Parit	KA -ero	Keskivirhe	Merkitsevyys
<i>Pari 1</i>			
Lajinomainen – yksinkertainen	-0.080***	0.008	0.000
<i>Pari 2</i>			
Lajinomainen – valinta	-0.134***	0.009	0.000
<i>Pari 3</i>			
Yksinkertainen – valinta	-0.054***	0.004	0.000

\*\*\* Tilastollisesti erittäin merkitsevä (p < 0.001)

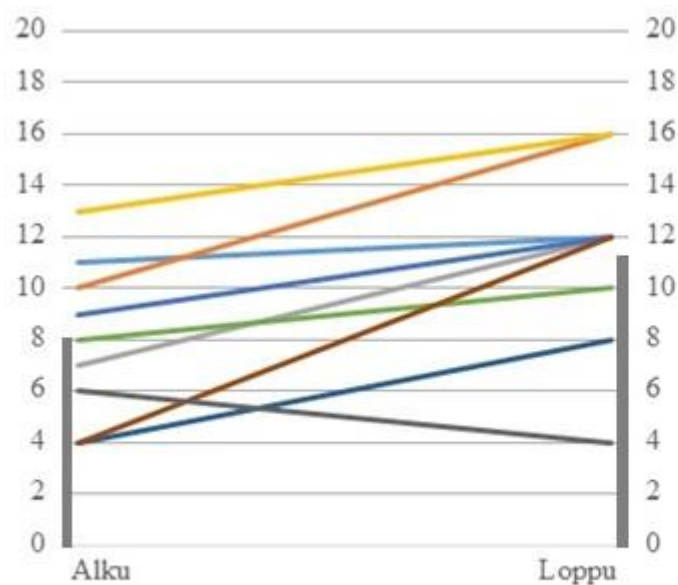


KUVA 7. Reaktioaikojen keskiarvot ja -hajonnat eri ärsykkeisiin (n = 18). Tulokset ovat kolmannesta alkumittauksesta ennen interventiota. Lajinomaisen ärsykkeen keskiarvo laskettu ”torjunta”-toistoista.

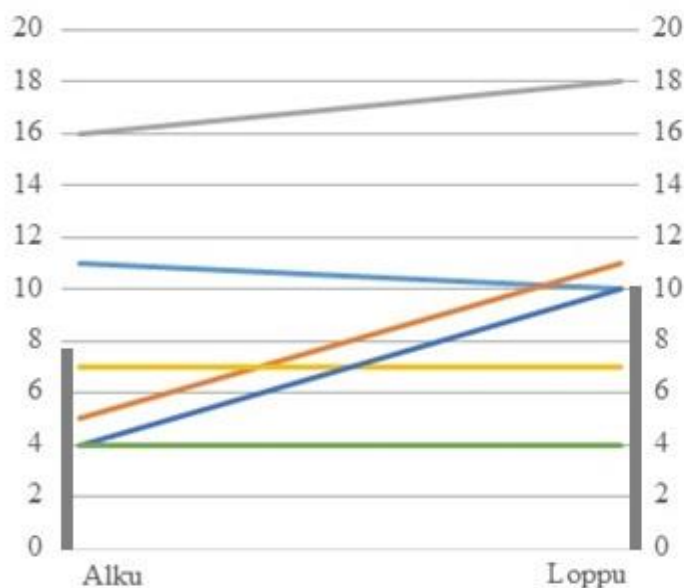


### 8.3 Videoharjoittelu

Intervention suorittaneet tutkittavat paransivat tilastollisesti merkitsevästi ”torjunta”-toistojen määrässä keskiarvallisesti ( $p = 0.009$ ), mutta eivät nopeudessa ( $p = 0.789$ ). Kontrolliryhmän ”torjunta”-toistojen määrässä ( $p = 0.150$ ) tai nopeudessa ( $p = 0.446$ ) ei tapahtunut keskiarvallisesti tilastollisesti merkitseviä muutoksia. Muutoksia tarkasteltiin parillisten muuttujien kaksisuuntaisella T-testillä. Interventio- sekä kontrolliryhmän yksilökohtaiset ”torjunta” -toistojen määrät alku- ja loppumittauksissa esitettyinä kuvissa 8 ja 9.



KUVA 8. Videoharjoitteluryhmän yksilöiden ”torjunta” -toistojen määrät ennen ja jälkeen neljän viikon intervention ( $n = 9$ ). Maksimitoistomäärä 20. Harmailla pylväillä keskiarvot.



KUVA 9. Kontrolliryhmän yksilöiden ”torjunta” -toistojen määrät ennen ja jälkeen neljän viikon tauon ( $n = 6$ ). Maksimitoistomäärä 20. Harmailla pylväillä keskiarvot.

Valoärsykykeisiin reagoinnin nopeus ei muuttunut interventioryhmällä alku- ja lopputestien välillä ( $p > 0.05$ ). Kontrolliryhmän reagoinnin nopeus monivalintaiseen ärsykykeeseen parantui tilastollisesti merkitsevästi ( $p < 0.05$ ). Yksinkertaisen ärsykykeen testin tuloksissa ei tapahtunut kuitenkaan tilastollisia muutoksia. Alku- ja loppumittausten väliset muutokset ryhmittäin taulukossa 3.

TAULUKKO 3. Yksinkertaiseen ja monivalintaiseen valoärsykykeeseen reagoinnin nopeuden muutos alku- ja loppumittausten välillä. Reaktioajan muutos sekunteina.

Alku	Loppu	KA -ero	Keskivirhe	Merkitsevyys
<i>Interventioryhmä</i>				
<i>Yksinkertainen</i>				
0.291	0.300	0.009	0.007	0.281
<i>Interventioryhmä</i>				
<i>Valinta</i>				
0.344	0.350	0.007	0.004	0.147
<i>Kontrolliryhmä</i>				
<i>Yksinkertainen</i>				
0.298	0.294	-0.004	0.003	0.160
<i>Kontrolliryhmä</i>				
<i>Valinta</i>				
0.357	0.348	-0.009	0.003	0.031*

\*Tilastollisesti merkitsevä ( $p < 0.05$ )

Interventiojakson aikainen jääharjoittelu korreloi negatiivisesti torjuntatoistojen lukumäärän muutoksen kanssa (taulukko 4.). Jää- tai oheisharjoittelun määrä ei korreloinut reaktioaikojen muutoksien kanssa. Videoharjoitteluun keskittymisen tason keskiarvo intervention aikana oli 1,4 (n = 9). Keskittymistä itsearvioitiin asteikolla 1–3, jossa 1 oli paras keskittyminen ja 3 huonoin. Keskittymisen taso ei korreloinut ”torjunta” -toistojen määrän kehityksen (p = 0.493) tai nopeuden kehityksen (p = 0.452) kanssa. Interventioryhmän jääharjoittelumäärä oli keskiarvallisesti 13,6 tuntia ja kontrolliryhmän 16,3 tuntia neljän viikon interventiojakson ajalta. Oheisharjoittelun määrät olivat neljän viikon ajalta interventioryhmällä 12,4 tuntia ja kontrolliryhmällä 13,9 tuntia.

TAULUKKO 4. Pearsonin korrelaatiot interventiojakson aikaisen jää- ja oheisharjoittelun määrän sekä reaktioaikojen ja ”torjunta” -toistojen määrän muutoksen välillä.

	<b>Yksinkertaisen reaktioajan muutos</b>	<b>Valinta reaktioajan muutos</b>	<b>Lajinomaisen reaktioajan muutos</b>	<b>Torjuntajen lukumäärän muutos</b>
<b>Jääharjoittelun määrä</b>				
Pearsonin korrelaatio	0.168	-0.150	-0.179	-0.565*
n	15	15	15	15
Merkitsevyys	0.550	0.594	0.524	0.028
<b>Oheisharjoittelun määrä</b>				
Pearsonin korrelaatio	-0.009	0.028	-0.415	-0.108
n	15	15	15	15
Merkitsevyys	0.974	0.924	0.140	0.713

\*Tilastollisesti merkitsevä (p < 0.05)

## 8.4 Tutkittavan taso

Viidellä eri tasolla pelaavien maalivahtien reaktioajoissa havaittiin tilastollisia yhteyksiä eri ärsykkeiden sekä tason välillä. Korkeampi taso korreloi suuremman ”torjunta” -toistojen määrän kanssa, p-arvon ollessa  $< 0.05$ . Tasolla ei ollut yhteyttä reagoinnin nopeuteen yhdessäkään kolmesta ärsykkeestä. Yksinkertaiseen ja monivalintaiseen valoärsykkeeseen reagoinnilla oli positiivinen vahva yhteys, p-arvo  $< 0.001$ . Nopeampi reagointi valoärsykkeisiin ei kuitenkaan korreloinut reagoinnin nopeuteen lajinomaisessa ärsykkeessä. Yhteyksiä tutkittiin Pearsonin korrelaatiolla. Tilastolliset korrelaatiot esitettyinä taulukossa 5.

TAULUKKO 5. Pearsonin korrelaatiot tason, eri ärsykkeiden reaktioaikojen ja torjuntajen lukumäärän välillä.

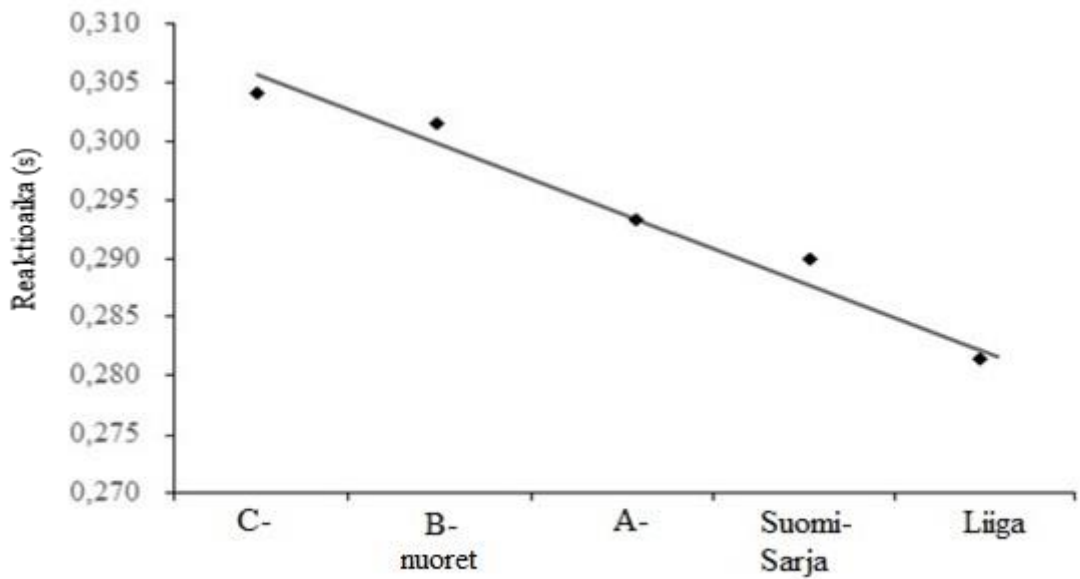
	Yksinkertainen reaktioaika	Valinta reaktioaika	Lajinomainen reaktioaika	Torjunnat lukumäärä
<b>Taso</b>				
Pearsonin korrelaatio	-0.353	-0.284	0.355	0.563*
n	18	18	18	18
Merkitsevyys	0.151	0.253	0.149	0.015
<b>Yksinkertainen</b>				
Pearsonin korrelaatio	-	0.821***	0.464	-0.240
n	18	18	18	18
Merkitsevyys	-	0.000	0.052	0.337
<b>Valinta</b>				
Pearsonin korrelaatio	0.821***	-	0.379	0.002
n	18	18	18	18
Merkitsevyys	0.000	-	0.121	0.994

\*\*\* Tilastollisesti erittäin merkitsevä ( $p < 0.001$ )

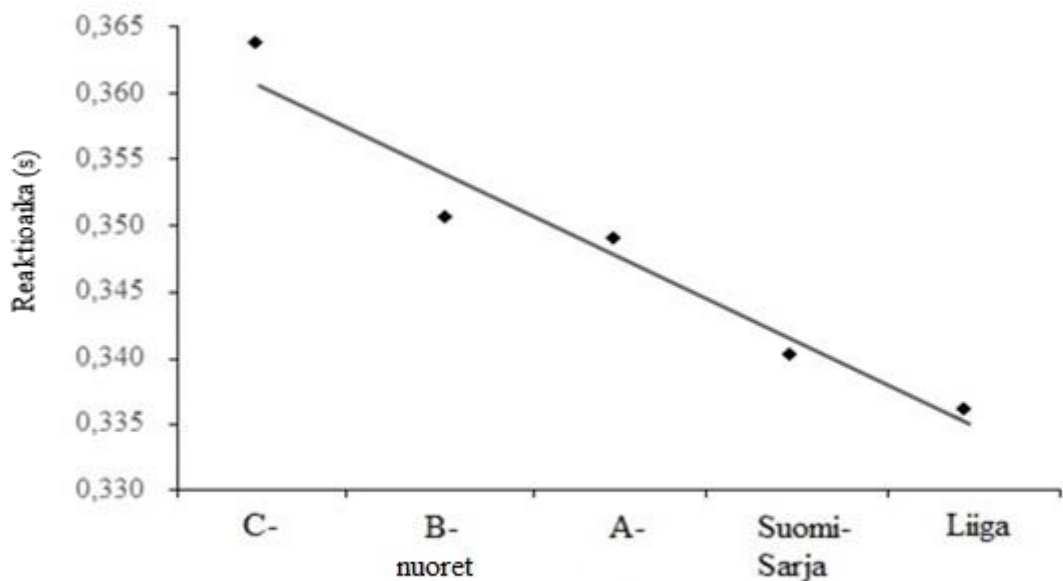
\*\*Tilastollisesti hyvin merkitsevä ( $p < 0.01$ )

\*Tilastollisesti merkitsevä ( $p < 0.05$ )

Yksilökohtaisesti tarkasteltuna tasolla ei ollut yhteyttä reaktioaikoihin, mutta joukkotasolla tasolla oli yhteys valoärsykkeisiin reagoinnin nopeuteen. Kun samalla tasolla pelaavien maalivahtien reaktioajoista laskettiin keskiarvo ja tätä verrattiin tasoon, löytyi merkitsevät korrelaatiot. Korkeammalla tasolla pelaavat maalivahtit olivat nopeampia reagoimaan yksinkertaiseen ( $p < 0.01$ ) sekä monivalintaiseen ( $p < 0.05$ ) valoärsykkeeseen verraten matalamman tason maalivahteihin. Tässä tarkastelussa kaikki 18 maalivahtia viideltä eri tasolta (C-, B-, A-nuoret, Suomi-Sarja, Liiga)



KUVA 10. Tason ja yksinkertaiseen valoärsykkeeseen reagoinnin nopeuden regressiosuora joukkotasolla. ( $n = 18$ , 5 eri tasoa).  $y = -0.0059x + 0.3115$



KUVA 11. Tason ja monivalintaiseen valoärsykkeeseen reagoinnin nopeuden regressiosuora joukkotasolla. ( $n = 18$ , 5 eri tasoa).  $y = -0.0064x + 0.367$

## 9 POHDINTA

**Päätulokset.** Pilottimittausten mukaan käden liikeaika oli selkeästi nopein yksinkertaisessa valoärsyketestissä. Tässä testissä käden liikkeen suunta ja kutakuinkin voimakkuus sekä nopeus on jo valmisteltu sentraalisissa prosesseissa (Xu ym. 2015). Käden liikeaika oli taas hitain lajinomaisen ärsykkeen testissä. Lajinomaisessa sekä monivalintaisessa reaktioajan testissä motorisen toimen vaihtoehtoisuus hidastanee liikeaikaa verrattuna yksinkertaiseen testiin. Liikeajoista huolimatta lajinomaiseen ärsykkeeseen reagointi oli kokonaisuutaltaan (esimotorinen, motorinen ja liikeaika) merkittävästi nopeampaa kuin reagointi yksinkertaiseen tai monivalintaiseen valoärsykkeeseen. Ero lajinomaisen videoärsykkeen hyväksi syntyy siis esimotorisessa ajassa (Zwierko ym. 2010) ja ennakoinnissa.

Videoharjoitteluinterventio vaikutti positiivisesti torjuntojen määrään, mutta ei torjuntajen nopeuteen. Lee ym. (2013) pohtivat tutkimuksessaan urheilijoiden optimaalista ajoitusta lajinomaiseen ärsykkeeseen. Eli urheilijat saattavat odottaa sopivaa hetkeä reagoinnin toteuttamiseksi lajinomaisissa tilanteissa. Interventoryhmällä ei tapahtunut muutoksia valoärsykeisiin reagoinnin nopeuksissa intervention aikana. Kontrolliryhmän valintaärsykkeeseen reagoinnin nopeus parantui tilastollisesti neljän viikon tauon aikana. Pieni ryhmäkoko ( $n = 6$ ) voi vaikuttaa tuloksiin. Mahdollista on myös, että alkumittausten aikana joidenkin tutkittavien kohdalla ei saatu henkilökohtaista parasta suoritusta alkutason määrittämiseksi.

Maalivahtien tasolla ja siten osittain myös iällä oli merkittävä yhteys ”torjunta” -toistojen määrään. Yhteys oli positiivinen, tarkoittaen sitä, että korkeammalla tasolla pelaavat maalivahdit torjuivat keskimäärin useammin kuin matalammalla tasolla pelaavat maalivahdit. Tasolla ei ollut yhteyttä reagoinnin nopeuteen yhdellekään ärsykkeelle, sillä samalla tasolla pelaavilla maalivahdeilla esiintyi melko paljon reagoinnin nopeuden vaihtelua. Kuitenkin kun saman tason maalivahtien ajoista laskettiin keskiarvot ja niitä verrattiin eri tason maalivahtien keskiarvoihin, löytyi tason ja reagoinnin nopeuden välinen tilastollinen yhteys. Tällä tavoin tarkasteltuna korkeamman tason maalivahdit olivat nopeampia reagoimaan sekä yksinkertaiseen että monivalintaiseen valoärsykkeeseen. Ryhmätasolla tason ja reagoinnin nopeuden yhteys oli hyvinkin lineaarinen. Tämän suuntaisia tuloksia eksperttien ja noviisien eroista on saatu lukuisissa tutkimuksissa (Johnes ym. 2013; Coskun ym. 2014).

**Tutkimusongelma 1.** Lajinomaiseen videoärsykkeeseen reagoitiin siis nopeammin kuin kahteen eri valoärsykkeeseen, vaikka liikeaika videoärsykkeeseen oli hitain. Tämä vahvistaa ennakkoinnin merkitystä lajinomaisissa suorituksissa. Nopeimmat toistot videoärsykkeeseen olivat huomattavasti nopeampia kuin liikeajan keskiarvo tälle ärsykkeelle  $< 0,207s$ . Näissä nopeissa toistoissa käden liike alkoi siis jo ennen kuin kiekko irtosi pelaajan lavasta. Suurnopeusvideokameran kuvamateriaali vahvistaa tämän. Nopeimmat videoärsykkeeseen tehdyt toistot olivat jopa nopeampia kuin liikeaika yksinkertaiseen valoärsykkeeseen  $< 0,153s$ .

Mielenkiintoista on se, että liikeaika onnistuneessa suorituksessa lajinomaiseen ärsykkeeseen on huomattavasti hitaampi kuin liikeaika yksinkertaiseen valoärsykkeeseen, vaikka molemmissa ärsykkeissä ärsykkeen vaatima vastatoimi tiedetään ennen reagoinnin alkamisaikaa. Lajinomaiseen ärsykkeeseen reagoidessa toimitaan siis eri tavalla ja äärimmäisen nopea liike ei ole ilmeisesti avainasemassa. Lajinomaisessa reagoinnissa liikkeen oikea ajoitus mahdollisesti vaikuttaa ja säätelee liikeaikaa (Lee ym. 2013). Todennäköisesti liikeaika on sitä pidempi, mitä aikaisemmin, tässä yhteydessä laukauksen suuntaus, onnistuttiin lukemaan oikein. Torjuntaliike siis todennäköisesti aloitettiin, kun tulevan laukauksen suuntaus saatiin selville, mutta liike suoritettiin loppuun kutakuinkin optimaalisella hetkellä torjuntaa ajatellen. Tätä tukee ”torjunta” -toistojen nopeuden keskiarvo  $0,213$  sekuntia, sillä pilottimittausten perusteella tutkimuksessa käytetty  $5,1$  metrin päästä laukaistu kiekko ylitti maaliviivan noin  $0,200$  sekunnissa.

”Torjunta” -toistojen keskiarvoaika ja aikaväli kiekon lavasta irtoamisesta – maaliviivan ylittämiseen olivat hyvin lähellä toisiaan. Tutkittavat tunnistivat siis melko hyvin toimiensa nopeuden arvioidessaan toimiaan subjektiivisesti. Valtaosa ”torjunta” -toistoista olisi ollut torjuntaja varsinaisessa lajisuorituksessakin. Näiden toistojen nopeudet vaihtelivat kuitenkin melko paljon, sillä nopeimmat toistot olivat alle  $0,100$  sekuntia ja hitaimmat hieman yli  $0,250$  sekuntia. Tutkittavat ohjeistettiin reagoimaan mahdollisimman nopeasti, joten lajinomaista ajoitusta ei varsinaisesti vaadittu, vaikka keskiarvo olikin hyvin lähellä sitä. Tutkittavat tiedostivat todennäköisesti kykynsä lukea laukauksen oikein, mutta motorisen reagoititoimen arviointi saattoi olla haasteena. Sama tutkittava saattoi arvioida torjunnoiksi esimerkiksi  $0,120$  sekunnin ja  $0,250$  sekunnin toistot.

Tutkittavien subjektiiviseen arvioon kuului myös ”mahdollinen torjunta” -vaihtoehto. Näiden toistojen keskiarvonopeus oli hyvin lähellä yksinkertaisen valoärsykkeen toistojen keskiarvonopeutta. Tämä mahdollisesti viittaa siihen, että tutkittava kykeni lukemaan

laukauksen suuntauksen ennen kiekon irtoamishetkeä, mutta joutui odottamaan irtoamishetkeen asti varmistuakseen. ”Torjunta” -toistojen nopeus viittaa siis siihen, että torjuntaliike aloitettiin ennen kuin kiekko irtosi lavasta ja ”mahdollinen torjunta” -toistojen nopeus siihen, että liike aloitettiin juuri kun kiekko irtosi lavasta. Nopeimmat ”mahdollinen torjunta” -toistot olisivat olleet torjuntaja lajisuorituksessa, sillä nopeimmat olivat < 0,200 sekuntia.

**Tutkimusongelma 2.** Interventioryhmästä kahdeksan paransi ”torjunta” -toistojen määrässä ja vain yhdellä tulos heikkeni. Suurin parannus tapahtui neljästä torjunnasta kahteentoista. Keskimäärin parannukset olivat melko maltillisia ja kehitys jakaantui melko tasaisesti iästä ja lähtötasosta huolimatta. Intervention vaikuttavuutta kyseenalaistaa kontrolliryhmän kahden tutkittavan huomattava parannus torjuntajen määrässä heidän neljän viikon tauon aikana. Näiden tutkittavien kohdalla vaikuttaa siltä, että alkumittauksissa ei saatu henkilökohtaista parasta tulosta. Tätä tukee myös se, että vain kontrolliryhmä paransi monivalintaisen valoärsyksen testin nopeudessa tilastollisesti merkitsevästi. Kontrolliryhmän parannus lajinomaisessa testissä ei ollut kuitenkaan tilastollisesti merkitsevä.

Kuten Farrow ja Abernethyn (2002) tutkimuksessa, myös tässä tutkimuksessa vain neljän viikon videoharjoittelu sai aikaan positiivisia muutoksia lajinomaisessa reagoinnissa. ”Torjunta” -toistojen lukumäärän lisääntyminen voidaan olettaa johtuvan videoharjoittelusta, sillä suurempi intervention aikainen jääharjoittelumäärä korreloi negatiivisesti torjuntatoistojen lukumäärän kanssa. Eli lajinomaisessa testissä paransivat itseasiassa ne tutkittavat, jotka olivat vähiten jäällä interventiojakson aikana. Neljän viikon aikana interventioryhmä kohtasi 1020–1200 laukausta, riippuen harjoittelumäärästä, jonka minimi oli 85 prosenttia harjoitteista – laukaisumäärä 1020. Tämä reilu tuhat laukausta on melko pieni määrä verrattuna tutkittavien peliuran aikana kohdattujen laukausten määrään, sillä keskiarvallisestikin tutkittavilla oli lajitaustaa yli 14 vuotta. Vanhimmilla tutkittavilla lajitaustaa oli lähemmäs 20 vuotta, mutta siltikin tämä neljän viikon interventio vaikutti positiivisesti laukauslukumäärään ainakin tässä mittausasetelmassa.

Syitä videoharjoittelun vaikuttavuuden taustalla voi olla erilaisten häiriötekijöiden, kuten melun tai jonkin kehollisen epämukavuuden poissulkemisen mahdollisuus (Welford 1980). Videoharjoittelun aikana voi olla helpompaa keskittyä vain laukauksen lukemiseen, kun muut lajisuoritukseen liittyvät tekijät eivät vie huomiota. Jääkiekkomaalivahdin toiminta lajisuorituksessa on monen tekijän summa, johon osallisena ovat varusteet ja kehon asennot sekä fyysinen suoritus. Lisäksi suorituksen kuormittavuutta lisää kognitiivisten toimien kuten



omien sekä vastustajan pelaajien lukeminen sekä mahdollisesti pelin tai harjoitteen tuoma onnistumisen paine. Esimerkiksi kotona rauhallisessa tilassa tehtävässä videoharjoittelussa häiriötekijöiden poissulkeminen on melko helppoa. Koetulla keskittymisen tasolla ei tosin ollut yhteyttä videoharjoittelun vaikuttavuuteen. Keskittymisen tason keskiarvo oli kuitenkin melko korkea (1,4) kolmiportaisella asteikolla, joten vaikuttaa siltä, että kokonaisuudessaan tutkittavat kykenivät keskittymään hyvin videoharjoitteisiin.

Videoharjoittelun videoissa laukaisijoina toimivat samat pelaajat kuin reaktioaikatestien videoissa. Todennäköisesti eri pelaajilla on persoonalliset laukaisutekniikat, joten videoharjoittelun aikana maalivahdit oppivat todennäköisesti lukemaan erityisen hyvin juuri näitä kahta pelaajaa. Luultavasti yleinen laukauksenlukutaito kehittyi myös, sillä mailan erilaisista lapamalleista ja joustavuusominaisuuksista huolimatta kiekko irtoaa lavasta eri pelaajilla melko samalla tavalla. Mailan lavan asento useimmiten määrittää mihin kiekko suuntautuu, lukuun ottamatta ohjauksia tai kimmokkeita. Eri pelaajien laukauksissa on kuitenkin epäilemättä eroja. Yksi laukauksen lukemiseen vahvasti liittyvä tekijä voi olla kärsisyys. Esimerkiksi kaudella 2017–2018 NHL:n maalipörssin kahdella ensimmäisellä sijalla oli kaksi oikealta laukovaa pelaajaa, vaikka näitä niin sanottuja *rightin* pelaajia on huomattavasti vähemmän (NHL). Onko oikealta laukovilla pelaajilla siis etu maalintekemiseen, sillä maalivahdit ovat kohdanneet tuhansia toistoja vähemmän näiltä *rightin* pelaajilta?

**Tutkimusongelma 3.** Korkeamman tason maalivahdit pystyvät lukemaan laukauksia paremmin tässä testissä kuin matalamman tason nuoret maalivahdit. Joukkotasolla korkeamman tason maalivahdit olivat myös nopeampia reagoimaan valoärsykkeisiin, mutta yksilötasolla tilastollista yhteyttä ei löytynyt. Tämä tulos tukee Pohjanvirran (2016) edellistä tutkimusta, jossa reaktioaika valoärsykkeisiin oli yhteydessä tasoon, mutta ei ollut kuitenkaan selkeä tasoa määrittävä tekijä. Eli samalla sarjatasolla pelaavilla maalivahdeilla oli huomattavasti suurempia eroja valoärsykkeisiin reagoineissa, kuin lajinomaiseen ärsykkeeseen reagoinnissa. Lajinomaiseen ärsykkeeseen reagointi on siis tämän perusteella oleellisempi tekijä jääkiekkomaalivahdille verrattuna yleiseen keskushermostolliseen nopeaan reaktioaikaan. Tämä tukee Hancockin ja Ste-Marien (2013) kantaa siitä, että kognitiiviset taidot, kuten lajinomainen ennakointi, ovat enemmän avoimen taidon lajisuoritusta määrittäviä tekijöitä.

Suurin ero laukauksenlukutaidossa oli kahden nuorimman ja samalla matalimman tason maalivahtien ja kolmen korkeimman tason maalivahtien välillä. Erot vanhemmassa päässä, eli

kahden eri A-nuorten ja kahden Suomi-Sarja joukkueen sekä Liiga:n maalivahtien välillä eivät olleet täysin lineaarisia. Kaikki A-nuorten maalivahtit olivat täysi-ikäisiä ja aikuissarjojen maalivahtien ikä vaihteli melko paljon 21 ja 27 ikävuoden välillä. Näillä tasoilla maalivahtien erot ovat melko pienet, ja sitä kuvastaa se, että kaikki A-nuorten maalivahteista olivat harjoitelleet tai pelanneet Suomi-Sarjan tai Liigan mukana. Kahdenkymmenen laukauksen testi ei siis välttämättä ollut riittävä vanhempien maalivahtien välisten erojen esiin tuomiseksi.

**Tutkimuksen vahvuudet.** Yksi suurimmista eduista tässä tutkimuksessa oli tutkittavien motivaatio ja toiminta. Tutkittavina toimivat kilpasarjan maalivahtit, joiden kiinnostus sekä panostus mittaustapahtumissa olivat erinomaista. Kilpailuhenkisyys näkyi mittauksissa ja tämä ohjasi suorituksia lajinomaisemmiksi. Harjoituspäiväkirjojen ja etenkin videoharjoittelun seurannan määrätietoinen täyttäminen kuvastavat edellä mainittua motivaatiota. Vastaavan tutkijan subjektiivisen näkemyksen sekä tutkittavien kanssa käytyjen keskusteluiden perusteella tutkittavat kykenivät eläytymään mittaustilanteeseen ja näin ollen suorituksissa päästiin kohti lajinomaisuutta.

Lajinomaisuutta tukee videoärsykkeeseen reagoinnin nopeus, joka vastasi hyvin vastaavien lajisuoritusten nopeutta, kuten tutkimusongelman 1 pohdinnassa mainittiin. Tutkittavien hyvä tietoisuus toimiensa nopeudesta (torjunta, mahdollinen torjunta, maali) tukee mittausasetelman validiteettia. Mittausasetelman vaikeustaso oli sopiva, sillä yksikään tutkittava ei onnistunut lukemaan kaikkia kahtakymmentä laukausta oikein ja nuorimmatkin saivat luettua 4–6 laukausta.

Tutkittavien tason yhteys lajinomaiseen reagointiin, videoharjoittelun vaikuttavuus ja ”torjunta” -toistojen nopeus viittaavat siihen, että tutkimuksen tavoitteessa onnistuttiin. Laukauksenlukutaidon voi todistaa laboratorio-olosuhteissa ja sillä näyttäisi olevan selkeä merkitys kiekon torjumisessa. Uudenlainen harjoittelutapa on siis mahdollinen ja huomionarvoinen.

**Tutkimusta rajoittavat tekijät.** Alkumittauskertojen lukumäärä ei riittänyt kaikille tutkittaville parhaan suorituksen saamiseksi. Tästä kertoo kontrolliryhmän kahden tutkittavan selkeä parannus loppumittauksissa, vaikka hypoteesin mukaan kontrolliryhmän tason olisi pitänyt säilyä muuttumattomana kolmannen määrittävän alkumittauksen ja toisen määrittävän loppumittauksen välillä. Lajinomaisen reaktioaikamittauksen reliabiliteetin tarkastelu on haastavaa, vaikka mittauskertoja olikin useita. Johtuen siitä, että peräkkäisillä mittauskerroilla

videoilla esiintyi kaksi eri pelaajaa ja tämä saattaa vaikuttaa laukauksen lukemiseen. Lisäksi laukauksen lukeminen on äärimmäisen nopea tapahtuma, joten keskittyminen ja ajatusten hallinta ovat merkittävässä osassa onnistuneessa suorituksessa (Welford 1980). Tämän vuoksi päivittäinen vaihtelu voi olla huomattavaa tutkittavan henkilökohtaisten suoritusten välillä.

Tutkimusasetelman ollessa täysin uusi, mittauskertojen lukumäärä ei tarjoa kattavaa vertailupohjaa päivittäisten erojen ja reliabiliteetin tarkasteluun. Pilottimittauksissa pyrittiin määrittämään riittävät mittauskertojen määrät alkumittauksille, huomioiden ajankäytön sekä muut resurssit. Mittauskertojen määrän lisäksi, etenkin lajinomaisen reaktioaikamittauksen toistojen riittävä lukumäärä saattoi olla rajoittava tekijä. Kuten sivun 51 loppupuolella mainitaan, mittauksen 20 toistoa ei välttämättä ollut riittävä määrä täysi-ikäisten maalivahtien erojen esiin saamiseksi. Tutkittavien kokonaislukumäärä oli myös melko pieni ( $n = 18$ ) ja etenkin tutkittavien määrä eri tasoilta. A-nuorista ja Suomi-Sarjasta osallistui kuusi maalivahtia molemmilta tasoilta, mutta B-nuorista ja Liigasta vain kaksi maalivahtia kultakin tasolta. Tutkittavien määrän ollessa vähäinen, yksilöiden ominaisuudet vaikuttavat melko paljon tuloksiin.

Videoharjoittelun positiivisten vaikutuksien ohessa tulee huomioida se, että tutkittavat harjoittelivat lukemaan vain kahden pelaajan laukauksia ja nämä samat pelaajat esiintyivät myös mittausvideoissa. Tämä nostaa esille kysymyksen yleisen laukauksenlukutaidon kehittymisestä. Videoharjoittelun aikana osa tutkittavista harjoitteli katsoen videoita television ruudulta ja toisinaan tietokoneen ruudulta, nämä tutkittavat huomasivat subjektiivisesti eron kahden erikokoisen ruudun välillä. Näiden tutkittavien mukaan isommalta ruudulta oli helpompi lukea laukauksen suuntausta. Reaalikokoinen ärsyke olisi siis mahdollisesti ollut optimaalisempi tähän tutkimukseen, vaikka Murgian ym. (2014) ja kuten tässäkin tutkimuksessa ennakoitiin kyettiin tietokoneen ruudulta.

**Johtopäätökset.** Laukauksien torjuminen ei ole reagointia kiekon lentorataan, vaan ennen kiekon irtoamista pelaajan mailan lavasta, lavan ja pelaajan asennoista on havaittavissa vihjeitä kiekon suuntautumisesta. Ennen kiekon irtoamista, maalivahti siis tietää kummalle puolelle ja mille korkeudelle laukaus suuntautuu. Läheltä laukaistujen kiekkojen torjumisessa vihjeitä luetaan niin hyvin, että torjunnat aloitetaan jo ennen kiekon irtoamista. Äärimmäisen nopea liikeaika ei ole torjuntajärjestelmän ydin, vaan torjuntajärjestelmän aloittaminen riittävän ajoissa. Onnistunut torjunta riippuu siis enemmän kognitiivisen kuin fyysisen toimen nopeudesta. Näin nopea kognitiivinen toimi tapahtunee tiedostamattomasti, sillä tiedostamattomat liikkeen säätelyjärjestelmät ovat tehokkaampia kuin tietoiset (Kauranen 2011, 293). Tiedostamattoman

oppimisen avulla esimerkiksi laukauksen lukemiseksi tarvittavia vihjeitä löydetään ja tulkitaan nopeasti (Milazzo ym. 2016). Tiedostamatonta oppimista tapahtuu toistojen avulla ja videoharjoittelu mahdollistaa suuren toistomäärän ilman merkittävää fyysistä kuormittumista.

**Käytännön sovellukset.** Jääkiekkomaalivahtien suoritus on hyvin lajispesifi sekä fyysisesti että kognitiivisesti. Liukuva alusta sekä maalivahdin varusteet asettavat tietyt mahdollisuudet sekä rajoitteet fyysisille suorituksille. Kognitiivista suoritusta, kuten pelin lukemista ja ennakoimista määrittävät pelivälineet sekä pelaajat. Lajin erityispiirteistä johtuen pelipaikka- ja lajispesifejä harjoitteita tehdään vain jäällä. Jääaika on kuitenkin rajallinen fyysisen kuormittavuuden sekä esimerkiksi joukkueen harjoittelurytmin myötä. Fyysisille ominaisuuksille on kehitelty lajisuoritusta jäljitteleviä oheisharjoitteita, mutta kognitiivisten lajispesifien ominaisuuksien oheisharjoittelua ei juuri ole. Videoharjoittelun avulla kognitiivisia lajisuorituksia voitaisiin harjoittaa huomattavasti kevyemmällä fyysisellä kuormittavuudella. Videoharjoittelun etuna on myös häiriötekijöiden vähentämisen mahdollisuus, sekä rahallinen edullisuus verrattuna jäähallien jäämaksuihin.

Videoharjoittelun avulla, etenkin nuoret maalivahdit, voisivat harjoitella omatoimisesti kognitiivisia lajitaitoja esimerkiksi kotona olohuoneessa. Videoharjoittelussa voi tehdä lajinomaisia torjuntaliikkeitä käsillä sekä painonsiirrolla, kuten tutkittavat tekivät mittaustilanteessa. Intervention aikana tutkittavat taas suorittivat mielikuvaharjoittelua ilman varsinaisia fyysisiä toimia. Tämän tavan etuna on fyysisen kuormittavuuden keveys, jolloin energiaa jää varsinaisiin joukkueharjoituksiin ja fyysisten ominaisuuksien oheisharjoitteluun. Videoharjoittelun avulla on tämän tutkimuksen perusteella mahdollisuus lisätä viikoittaista toistomäärää kauden aikana ja etenkin kesäajan lajinomaista toistoharjoittelua. Muun muassa Williamsin ja Ericssonin (2005) mukaan toistoharjoittelu on olennaisessa osassa kohti lajin huippua.

Kehittyvä teknologia voi tulevaisuudessa tarjota kuluttajahintaisia vaihtoehtoja lajinomaiselle kognitiiviselle harjoittelulle. Uudet innovaatiot kuten virtuaalilasit ja 360°-videokuva mahdollistaisivat kaiken tyyppisten pelitilanteiden läpikäymisen sekä katseen käytön harjoittamisen. Esimerkkinä alivoimatilanne, jossa maalivahdin tulee nähdä kiekko, sekä tiedostaa vastustajan viiden ja oman joukkueen neljän pelaajan sijainnit ja kätisyydet. Tilanteet ovat nopeita ja maalivahdin tulee käyttää ääreisnäön sekä tarkan näön alueita saadakseen oleellisen informaation, jotta voi ennakoida pelitilanteita. Edellä mainittujen VR-lasien avulla esimerkin mukaisen alivoimatilanteen harjoittelu onnistuisi ilman fyysistä kuormaa ja näkymä olisi täysin lajinomainen.

## LÄHTEET

- Alder, D., Ford, P. R., Causer, J. & Williams, A. M. 2014 The coupling between gaze behavior and opponent kinematics during anticipation of badminton shots. *Human Movement Science* 37, 167-179
- Ayala, F., De Ste Croix, M. Sainz de Baranda, P. & Santonja, F. 2014. Inter-session reliability and sex-related differences in hamstrings total reaction time, pre-motor time and motor time during eccentric isokinetic contractions in recreational athlete. *Journal of Electromyography & Kinesiology* 24, 200-206
- Badau, D., Badau, A., Ungur, R. N., Dusa, F. S. & Mindrescu, V. 2016 Using computer-gaming tests to evaluate hand simple reaction time to visual stimulus. *Sport & Society* 16, 29-36
- Balkó, Š., Borysiuk, Z. & Šimonek, J. 2016 The influence of different performance level of fencers on simple and choice reaction time. *Brazilian Journal of Kineanthropometry & Human Performance* 18, 391-400
- Barwood, M. J., Weston, N. J. V., Thelwell, R. & Page, J. 2009 A motivational music and video intervention improves high-intensity exercise performance. *Journal of Sports Science & Medicine* 8, 435-442
- Bell, G. J., Snydermilller, G. D. & Game, A. B. 2008 An investigation of the type and frequency of movement patterns of national hockey league goaltenders. *International Journal of Sports Physiology & Performance* 3, 80-87
- Belling, P. K., Suss, J. & Ward, P. 2015 Advancing theory and application of cognitive research in sport: Using representative tasks to explain and predict skilled anticipation, decision-making, and option-generation behavior. *Psychology of Sport & Exercise* 16, 45-59
- Blanpied, P. & Oksendahl, H. 2006 Reaction times and electromechanical delay in reactions of increasing and decreasing force. *Perceptual & Motor Skills* 103, 743-755
- Burr, J. F., Jamnik, R. K., Baker, J., MacPherson, A., Gledhill, N. & McGuire, E. J. 2008 Relationship of physical fitness test results and hockey playing potential in elite-level ice hockey players. *Journal of Strength & Conditioning Research* 22, 1535-1543

- Cañal-Bruland, R. 2009 Visual cueing in sport-specific decision making. *International Journal of Sport & Exercise Psychology* 7, 450-464
- Casanova, F., Oliveira, J., Williams, M. & Garganta, J. 2009 Expertise and perceptual-cognitive performance in soccer: a review. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto* 9, 115-122
- Čech, P. 2014 Effect of short-term balance training on postural stability in ice hockey players. *Acta Universitatis Carolinae: Kinanthropologica* 50, 13-20
- Chansrisukot, G., Suwanthada, S. & Intiraporn, C. 2015 Cognitive psychological training in combination with explosive power training can significantly enhance responsiveness of badminton players. *Journal of Exercise Physiology Online* 18, 17-32
- Coskun, B., Kocak, S. & Saritas, N. 2014 The comparison of reaction times of karate athletes according to age, gender and status. *Ovidius University Annals, Series Physical Education & Sport/Science* 14, 97-10
- Davranche, K., Audiffren, M. & Denjean, A. 2006 A distributional analysis of the effect of physical exercise on a choice reaction time task. *Journal of Sports Sciences* 24, 323-329
- Durocher, J. J., Leetun, D. T. & Carter, J. R. 2008 Sport-specific assessment of lactate threshold and aerobic capacity throughout a collegiate hockey season. *Applied Physiology, Nutrition & Metabolism* 33, 1165-1170
- Endo, H., Kato Y., Kizuka T. & Takeda T. A. 2006 Comparison of stimulus synchronous activity in the primary motor cortices of athletes and nonathletes. *Exp Brain Res*, 174, 426-434
- Ericsson, K. A., & Kintsch, W. 1995. Long-term working memory. *Psychological Review* 102, 211-245
- Farrow, D. & Abernethy, B. 2002 Can anticipatory skills be learned through implicit video based perceptual training? *Journal of Sports Sciences* 20, 471-485
- Forsman, H., Blomqvist, M., Davids, K., Konttinen, N. & Liukkonen, J. 2016 The role of sport-specific play and practice during childhood in the development of adolescent

Finnish team sport athletes. *International Journal of Sports Science & Coaching* 11, 69-77

Gabbett, T. Rubinoff, M. Thorburn, L. & Farrow, D. 2007 Testing and training anticipation skills in softball fielders. *International Journal of Sports Science & Coaching* 2, 15-24

Ghasemi, A., Momeni, M., Jafarzadehpur, E., Rezaee, M. & Taheri, H. 2011 Visual skills involved in decision making by expert referees. *Perceptual & Motor Skills* 112, 161-171

Green, M. R., Pivarnik, J. M., Carrier, D. P. & Womack, C. J. 2006 Relationship between physiological profiles and on-ice performance of a national collegiate athletic association division hockey team. *Journal of Strength & Conditioning Research* 20, 43-46

Grill-Spector, K. & Kanwisher, N. 2005 Visual Recognition. *Psychological Science* 16, 152-160

Hancock, D. J. & Ste-Marie, D. M. 2013 Gaze behaviors and decision-making accuracy of higher- and lower-level ice hockey referees. *Psychology of Sport & Exercise* 14, 66-71

Haukali, E. & Tjelta, L. I. 2015 Correlation between "off-ice" variables and skating performance among young male ice hockey players. *International Journal of Applied Sports Sciences* 27, 26-33

Haukali, E. & Tjelta, L. I. 2016 Relationship between off-season changes in power and in-season changes in skating speed in young ice hockey players. *International Journal of Applied Sports Sciences* 28, 111-122

Hohmann, T., Obelöer, H., Schlapkohl, N. & Raab, M. 2016 Does training with 3D videos improve decision-making in team invasion sports? *Journal of Sports Sciences* 34, 746-785

Holding, R., Meir, R. & Shi, Z. 2017 Can previewing sport-specific video influence reactive-agility response time? *International Journal of Sports Physiology & Performance* 12, 224-229

Huys, R. & Beek, P. J. 2002 The coupling between point-of-gaze and ball movements in three-ball cascade juggling: the effects of expertise, pattern and tempo. *Journal of Sports Sciences* 20, 171-186

- In Goal Magazine. 2014. GoaliePro shares Finland's secret goaltending success. Viitattu: 13.4.2018. <http://ingoalmag.com/news/goaliepro-shares-finlands-secret-goaltending-success/>
- International Ice Hockey Federation (IIHF). 2018. The early beginnings. Viitattu: 13.4.2018 <http://www.iihf.com/iihf-home/history/>
- Janot, J. M., Auner, K. A., Emberts, T. M., Kaatz, R. M., Matteson, K. M., Muller, E. A. & Cook, M. 2013 The effects of bungeeski training on measures of on-ice acceleration and speed. *International Journal of Sports Physiology & Performance* 8, 419-427
- Johne, M., Poliszczuk, T., Poliszczuk, D. & Broska -Perzyna, A. 2013 Asymmetry of complex reaction time in female épée fencers of different sports classes. *Polish Journal of Sport & Tourism* 20, 25-29
- Johnson, J. G. & Raab, M. 2003 Take the first: Option-generation and resulting choices. *Organizational Behavior and Human Decision Processes* 91, 215-229
- Kauranen, K. 2011 *Motoriikan säätely ja motorinen oppiminen*. Helsinki: Liikuntatieteellinen seura.
- Klein, G. A. & Peio, K. J. 1989 Use of a prediction paradigm to evaluate proficient decision making. *The American Journal of Psychology* 102, 321-331
- Laborde, S. & Raab, M. 2013 The tale of hearts and reason: the influence of mood on decision making. *Journal of Sport & Exercise Psychology* 35, 339-357
- La Delfa, N. J., Garcia, D. B. L., Cappelletto, J. A. M., McDonald, A. C., Lyons, J. L. & Lee, T. D. 2013 The gunslinger effect: Why are movements made faster when responding to versus initiating an action? *Journal of Motor Behavior* 45, 85-90
- Leijonat. 2015. Jääkiekon harrastajamäärä ylitti 73000 rajapyykin. Viitattu: 26.5.2018 <http://www.leijonat.fi/maajoukkueet/a-maajoukkue/201516/item/12937-jaakiekon-harrastajamaara-ylitti-73-000-rajapyykin.html>
- Li, S., Stevens, J. A., Kamper, D. G. & Rymer, W. Z. 2005 The movement-specific effect of motor imagery on the premotor time. *Motor Control* 9, 119-128
- Lee, M. J. C., Tidman, S. J., Lay, B. S., Bourke, P. D., Lloyd, D. G. & Alderson, J. A. 2013 Visual search differs but not reaction time when intercepting a 3D versus 2D videoed opponent. *Journal of Motor Behavior* 45, 107



- Lola, A. C., Tzetzis, G. C. & Zetou, H. 2012 The effect of implicit and explicit practice in the development of decision making in volleyball serving. *Perceptual & Motor Skills* 114, 665-678
- Lorains, M., Panchuk, D., Ball, K. & MacMahon, C. 2014 The effect of an above real time decision-making intervention on visual search behaviour. *International Journal of Sports Science & Coaching* 9, 1383-1392
- Louis, M., Guillot, A., Maton, S., Doyon, J. & Collet, C. 2008 Effect of imagined movement speed on subsequent motor performance. *Journal of Motor Behavior* 40, 117-132
- Lyakh, V., Mikołajec, K., Bujas, P., Witkowski, Z., Zajac, T., Litkowycz, R. & Banyś, D. 2016 Periodization in team sport games - a review of current knowledge and modern trends in competitive sports. *Journal of Human Kinetics* 54, 173-180
- Mańkowska, M., Poliszczuk, T., Poliszczuk, D. & Johne, M. 2015 Visual perception and its effect on reaction time and time-movement anticipation in elite female basketball players. *Polish Journal of Sport & Tourism* 22, 3-8
- Martell, S. G. & Vickers, J. N. 2004 Gaze characteristics of elite and near-elite athletes in ice hockey defensive tactics. *Human Movement Science* 22, 689-712
- Martinez de Quel, O. & Bennett, S. J. 2014 Kinematics of self-initiated and reactive karate punches. *Research Quarterly for Exercise & Sport* 85, 117-123
- McMorris, T., Hill, C., Sproule, J., Potter, j., Swain, J., Hobson, G. & Holder, T. 2005. Supra-maximal effort and reaction and movement times in a non-compatible response time task. *Journal of Sports Medicine & Physical Fitness* 45, 127-133
- Milazzo, N., Farrow, D. & Fournier, J. F. 2016 Effect of implicit perceptual-motor training on decision-making skills and underpinning gaze behavior in combat athletes. *Perceptual & Motor Skills*, 300-324
- Murgia, M., Sors, F., Muroi, A. F., Santoro, I., Prpic, V., Galmonte, A. & Agostini, T. 2014 Using perceptual home-training to improve anticipation skills of soccer goalkeepers. *Psychology of Sport & Exercise* 15, 642-648
- Naicker, P., Anoopkumar-Dukie, S., Grant, G., Modenese, L. & Kavanagh, J. 2017 Medications influencing central cholinergic pathways affect fixation stability, saccadic re-

response time and associated eye movement dynamics during a temporally-cued visual reaction time task. *Psychopharmacology* 234, 671-680

National Hockey League (NHL). 2018. Tilastot. Viitattu 26.5.2018  
<http://www.nhl.com/stats/fi/leaders?season=20172018&gameType=2>

Nuri, L., Shadmehr, A., Ghotbi, N. & Attarbashi Moghadam, B. 2013 Reaction time and anticipatory skill of athletes in open and closed skill-dominated sport. *European Journal of Sport Science* 13, 431-436

Obrenovic, J., Nestic, V. & Nestic, M. 1996. The reaction time in relation to the modality of stimulation. *Facta Universitatis: Series Physical Education & Sport* 1, 85-90

Ozmen, T. & Aydogmus, M. 2016 Effect of core strength training on dynamic balance and agility in adolescent badminton players. *Journal of Bodywork & Movement Therapies* 20, 565-570

Panchuk, D. & Vickers J. N. 2006 Gaze behaviors of goaltenders under spatial-temporal constraints. *Human Movement Science* 25, 733-752

Panchuk, D. & Vickers, J. N. 2009 Using spatial occlusion to explore the control strategies used in rapid interceptive actions: Predictive or prospective control? *Journal of Sports Sciences* 27, 1249-1260

Panchuk, D., Vickers, J. N. & Hopkins, W. G. 2017 Quiet eye predicts goaltender success in deflected ice hockey shots. *European Journal of Sport Science* 17, 93-99

Postal, V. 2004 Expertise in cognitive psychology: testing the hypothesis of long-term working memory in a study of soccer players. *Perceptual and Motor Skills* 99, 403-420.

Pouchelle, M., Olivier, I. & Cuisinier, R. 2003 Predictable postural perturbation in premotor and motor components of reaction time. *Perceptual & Motor Skills* 97, 491-499

Roca, A., Ford, P. R. & Williams, A. M. 2013 The processes underlying 'game intelligence' skills in soccer players. *Science and Football VII*, 255-260

Roczniok, R., Stanula, A., Gabryś, T., Szmatlan-Gabryś, U., Gołaś, A. & Stastny, P. 2016 Physical fitness and performance of polish ice-hockey players competing at different sports levels. *Journal of Human Kinetics* 51, 201-208

- Rogerson, L. J. & Hrycaiko, D. W. 2002 Enhancing competitive performance of ice hockey goaltenders using centering and self-talk. *Journal of Applied Sport Psychology* 14, 14-26
- Ryu, D., Kim, S., Abernethy, B. & Mann, D. L. 2013 Guiding attention aids the acquisition of anticipatory skill in novice soccer goalkeepers. *Research Quarterly for Exercise & Sport* 84, 252-262
- Saito, H., Yamanaka, M., Kasahara, S. & Fukushima, J. 2014 Relationship between improvements in motor performance and changes in anticipatory postural adjustments during whole-body reaching training. *Human Movement Science* 37, 69-84
- Savelsbergh, G. J. P., Williams, A. M., Van Der Kamp, J. & Ward, P. 2002 Visual search, anticipation and expertise in soccer goalkeepers. *Journal of Sports Sciences* 20, 279-287
- Schwab, S. & Memmert, D. 2012 The impact of a sports vision training program in youth field hockey players. *Journal of Sports Science & Medicine* 11, 624-631
- Sigmund, M., Kohn, S. & Sigmundová, D. 2016 Assessment of basic physical parameters of current Canadian-American National Hockey League (NHL) ice hockey players. *Acta Gymnica* 46, 30-36
- Slobodan, J. 2000 Changes in movement symmetry associated with strengthening and fatigue of agonist and antagonist muscles. *Journal of Motor Behavior* 32, 9-15
- Solianik, R., Aleknaviciute, V., Skurvydas, A. & Brazaitis, A. 2013 Are there any differences in simple and random choice motor task performance between young and middle-aged adult? *Education. Physical Training. Sport.* 3, 55-62
- Starkes, J. L. 1987. Skill in field hockey: The nature of the cognitive advantage. *Journal of Sport Psychology* 9, 146-160
- Suomen Jääkiekkoliitto (SJL). 2012. Maalivahtipelin perusteet. Viitattu: 4.5.2017. <http://docplayer.fi/34386361-Mvlt-maalivahtipelin-perusteet-suomen-jaakiekkoliitto.html>
- Viitasalo, J. T., & Komi, P. V. (1981) Interrelationships between electromyographic, mechanical, muscle structure, and reflex time measurements in man. *Acta Physiologica Scandinavica*, 111, 97-103.

- Wijdicks, C. A., Philippon, M. J., Civitarese, D. M. & LaPrade, R. F. 2014 A mandated change in goalie pad width has no effect on ice hockey goaltender hip kinematics. *Clinical Journal of Sport Medicine* 24, 403-408
- Williams, A. M. & Ericsson, K. A. 2005 Perceptual-cognitive expertise in sport: Some considerations when applying the expert performance approach. *Human Movement Science* 24, 283-307
- Welford, A. T. 1980 *Reaction times*. London, NWI: Academic Press Inc.
- Xu, L., Sommer, W. & Masaki, H. 2015 The structure of motor programming: Evidence from reaction times and lateralized readiness potentials. *Psychophysiology* 52, 149-155
- Zwierko T, Osinski W, Lubinski W, Czepita D, Florkiewicz B (2010) Speed of visual sensorimotor processes and conductivity of visual pathway in volleyball players. *J Hum Kinet* 23:21–27.

# STANFORD SLEEPINESS SCALE

## VIREYSTILA-ARVIOINTI

ARVO	KUVAUS
<b>1</b>	Aktiivinen, elinvoimainen, vireä
<b>2</b>	Vireystila hyvä, pystyy keskittymään
<b>3</b>	Täysin hereillä, rento, ei parhaimmillaan
<b>4</b>	Hieman utuinen, vireystila alhaalla
<b>5</b>	Utuinen, käy hitaalla, väsyttää
<b>6</b>	Unelias, valmis unille
<b>7</b>	Nukahtamaisillaan, unen kaltaisia ajatuksia
<b>X</b>	Unessa

## LIITE 2

### VIDEOHARJOITTELU

Kirjaa tähän videoharjoittelun toteutuminen viikoittain. Kirjaa lisäksi keskittymisen laatu asteikolla 1-3, jossa 1=hyvä, 2=kohtalainen ja 3=huono

vko	Maanantai	Tiistai	Keskiviikko	Torstai	Perjantai	Lauantai	Sunnuntai

### HARJOITUSPÄIVÄKIRJA

Kirjaa tähän päiväkirjaan oheis-, sekä jääharjoittelukerrat, niiden kesto (10 min tarkkuudella) sekä oheisharjoitteiden laatu (voima, nopeus jne.).

vko	Maanantai	Tiistai	Keskiviikko	Torstai	Perjantai	Lauantai	Sunnuntai